KEPLER

ALS

GEOGRAPH,

EINE HISTORISCH-GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNG.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT DER K. UNIVERSITÄT MÜNCHEN

VORGELEGT VON

RUDOLF PIXIS.

MÜNCHEN
THEODOR ACKERMANN
KÖNIGLICHER HOF-BUCHHÄNDLER
1899.

KEPLER

ALS

GEOGRAPH,

EINE HISTORISCH-GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNG.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT DER K. UNIVERSITÄT MÜNCHEN

VORGELEGT VON

RUDOLF PIXIS.

MÜNCHEN
THEODOR ACKERMANN
KÖNIGLICHER HOF-BUCHHÄNDLER
1899.

Vitae curriculum.

Ich bin am 26. März 1873 zu Augsburg als Sohn des damaligen Lehramtsverwesers an der dortigen Kreisgewerbschule, Heinrich Pixis, jetzigen Professors am Realgymnasium zu Würzburg, geboren. Zunächst besuchte ich die Volksschule zu Würzburg und trat hierauf an die Lateinschule daselbst über. Nach Besuch der drei ersten Klassen dieser Anstalt wurde ich Schüler des Realgymnasiums an genanntem Ort und absolvierte daselbst im Jahre 1891. In demselben Jahre bezog ich die Universität zu Würzburg, an der ich mich dem Studium von Deutsch, Geschichte und Geographie widmete; diese Studien setzte ich am Polytechnikum zu München fort und unterzog mich hierauf der im Oktober 1894 abgehaltenen Hauptprüfung für das Lehramt der deutschen Sprache, Geschichte und Geographie. Am 6. November 1894 wurde ich der K. Kreisrealschule in Kaiserslautern als Assistent zugeteilt; am 16. September 1895 wurde ich zum Lehramtsverweser an der Realschule in Landau (Pfalz) ernannt, und ein Jahr später erfolgte meine Beförderung zum Reallehrer an derselben Anstalt. Meine besondere (zweite) Prüfung für das Lehramt der deutschen Sprache, Geschichte und Geographie legte ich am 31. Oktober 1897 ab und reichte zu diesem Zweck eine Arbeit über „Joh. Kepler als Geograph“ ein, welche ich mir hiemit einer hohen philosophischen Fakultät der Universität München behufs Erlangung der Doktorwürde vorzulegen erlaube.

Rudolf Pixis,
K. Reallehrer.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548318_0124

Seinem hochverehrten Lehrer

Herrn Professor Dr. S. Günther

gewidmet

von seinem dankbaren Schüler.

Vorwort.

Keplers Name ist unlösbar mit unseren Vorstellungen über das Weltgebäude verknüpft, und wenn wir von ihm hören, so denken wir fast unwillkürlich an die drei berühmten, von ihm aufgestellten Gesetze, nach denen sich der Lauf der Planeten um das Zentralgestirn regelt. Enger ist schon der Kreis derer, welche seine Leistungen auf dem Gebiete der Mathematik und Physik kennen, obwohl er auch hier nach vielen Richtungen hin anregend und, was besonders die Optik anlangt, sogar bahnbrechend wirkte. Von „Kepler als Geographen" vernahm man bisher nur wenig; dass es sich aber immerhin lohnen würde, seine Stellung zu geographischen Fragen einer eingehenderen Untersuchung zu unterziehen, das zeigten zwei vor dieser Arbeit erschienene Monographien, deren eine sich mit dem tellurisch-kosmischen Magnetismus Keplers beschäftigt, während die andere Keplers Meteorologie behandelt. Auf Anregung des Herrn Professors Günther unternahm es nun der Verfasser dieser Arbeit, Keplers gesamte Leistungen in geographischer Richtung darzustellen. Mit unserem Wissenszweig hat sich Kepler niemals eingehender beschäftigt; schreibt er doch selbst (K. O. O., 6. Bd., S. 23) am 2. März 1615 an Krüger: „Quod argumentum literarum attinet, id geographicum est, nec ego hactenus illam disciplinam ultra limites astronomiae attigi . . ."; so handelte es sich also bei ihm nur um gelegentliche Bemerkungen, die sich da und dort in seinen Werken zerstreut finden. Nichts desto weniger war der geniale Mann mit geographischen Fragen so vertraut, dass er bei den verschiedensten Gelegenheiten sie doch mit solcher Ausführlichkeit behandelt, dass es möglich wurde, fast einen ganzen kleinen Abriss der physikalischen und mathematischen Geographie zusammenzustellen.

Der Arbeit selbst dürfte man vielleicht den Vorwurf machen, dass dem ersten Teil, welcher die Erde als beseelten Organismus betrachtet, ein für eine geographische Abhandlung zu breiter Raum gewährt sei. Den Verfasser bewog zu einer gründlichen Behandlung dieser Frage einmal das natürliche Interesse an diesen eigenartigen Vorstellungen, da wohl wenig andere Anschauungen für eine Charakteristik Keplers so bedeutsam sind, indem sie uns, wie auch seine Spekulationen über die Seleniten, darthun, dass sich zu seiner streng logischen Denkweise eine geradezu üppige Phantasie gesellte; des weiteren aber zeigt sich in den folgenden Kapiteln, dass bei manchen geophysikalischen Vorstellungen Keplers jenes „Erdtier" eine wichtige Rolle spielt, so dass zur Vermeidung von Wiederholungen und zum klaren Verständnis auch vom geographischen Standpunkte aus eine eingehendere Behandlung geboten schien.

Es erübrigt dem Verfasser noch, Herrn Professor Dr. S. Günther für die Stellung des ebenso interessanten als lohnenden Themas wiederholt seinen besten Dank auszusprechen; eine angenehme Pflicht erfüllt er auch, indem er Herrn H. Brocard, jetzt pens. Major in Bar-le-Duc, für die liebenswürdige Ueberlassung seiner Arbeiten über die Meteorologie Keplers dankt; mit Freuden gedenkt er endlich des anregenden Briefwechsels, den er mit Herrn Fabrikbesitzer Ludwig Günther in Schneidemühl (Posen) führte, welcher seit Jahren das „Somnium Astronomicum" Keplers zum Gegenstand eingehenden Studiums machte und, wie er dem Verfasser mitteilte, in nächster Zeit die Ergebnisse seiner Untersuchungen der Oeffentlichkeit zu übergeben beabsichtigt.[1])

Landau (Pfalz), im September 1898.

R. Pixis.

---

[1]) Das Werk (Keplers Traum vom Mond) ist soeben (Leipzig, B. G. Teubner) erschienen.

Literatur-Verzeichnis.

Zur Arbeit wurde naturgemäss vor allem die Gesamtausgabe aller Kepler'schen Werke von Chr. Frisch benutzt; (Joannis Kepleri Astronomi Opera Omnia, 8 Bde., Frankfurt a. M. 1858—1871; bei dem Quellennachweis immer mit K. O. O. bezeichnet;) besonders treffliche Dienste leistete der nie versagende Index im 8. Bd., ohne dessen ausgiebige Benützung die Arbeit wohl überhaupt unmöglich gewesen wäre.

Die Ergänzung zu diesem monumentalen Werke bildet Anschütz, Ungedruckte wissenschaftliche Korrespondenz zwischen Johann Kepler und Herwart von Hohenburg 1599, Prag 1886.

An Monographien konnten für die Arbeit in erster Linie bezogen werden:

S. Günther, Joh. Kepler u. der tellurisch-kosmische Magnetismus, Pencks geogr. Abhandlungen, Bd. III, Heft 2, Wien-Olmütz 1888.

H. Brocard, Essai sur la météorologie de Kepler, 2 Teile, Grenoble 1879 und 1881.

S. Günther, Geisteshelden, herausgg. v. Ant. Bettelheim, 22. Bd, Kepler-Galilei, Berlin 1896.

Der grösste Teil der übrigen in der letztgenannten Schrift (S. Günther, Geisteshelden etc., S. 67 ff.) angeführten Literatur über Kepler konnte bei der vorliegenden Arbeit unberücksichtigt bleiben, da in den meisten dieser Bücher Keplers Verhältnis zu geographischen Fragen kaum berührt ist; zitiert finden sich ausser den angegebenen Werken:

Kästner, Geschichte der Mathematik, 4. Bd., Göttingen 1800

Apelt, Keplers astronomische Weltansicht, Leipzig 1849.

Förster, Kepler und die Harmonie der Sphären, Berlin 1862

Reitlinger-Neumann-Gruner, Joh. Kepler, 1. Teil, Stuttgart 1868. (In der Arbeit selbst kurz mit „Reitlinger" zitiert.)

Reuschle, Kepler und die Astronomie, Frankfurt a. M. 1871.

S. Günther in der Allg. D. Biographie, 15. Bd.

Als Hilfsmittel für die Ausarbeitung dienten ferner:

S. Günther, Lehrbuch der Geophysik und physikalischen Geographie, 2 Bde., Stuttgart 1884/5.

S. Günther, Handbuch der mathematischen Geographie, Stuttgart 1890.

Peschel-Ruge, Geschichte der Erdkunde, München 1877.

Berger, Geschichte der wissenschaftlichen Erdkunde der Griechen 2. Abt., Leipzig 1889, 3. Abt., Leipzig 1891, 4. Abt., Leipzig 1893.
A. v. Humboldt, Kosmos, 3. Bd., Stuttgart u. Tübingen 1850.
Bauernfeind-Günther-Wagner, Referat über den einheitlichen Meridian, Verhandlungen des IV. deutschen Geographentages, Berlin 1884.
Heller, Geschichte der Physik von Aristoteles bis auf d. neueste Zeit, 1. Bd., Stuttgart 1882.
Poggendorff, Geschichte der Physik, Leipzig 1879.
Rosenberger, Geschichte der Physik in Grundzügen, 2. Teil, Braunschweig 1884.
Hellmann, Schneekrystalle, Berlin 1893.
Zeller, Die Philosophie d. Griechen in ihrer geschichtlichen Entwickelung, 1. Teil, Abt. 1 u. 2, Leipzig 1892.
Zöckler, Geschichte der Beziehungen zwischen Theologie u. Naturwissenschaft, 2. Abt., Gütersloh 1879.
Gruithuisen, Entdeckung vieler deutlicher Spuren der Mondbewohner, besonders eines kolossalen Kunstgebäudes ders., in Kastners Archiv f. d. gesamte Naturlehre, Nürnberg 1824, Bd. I., S. 130 ff., Bd. II, S. 257 ff.
Gruithuisen, der Mond u. seine Natur nach den neuesten Beobachtungen und Forschungen; besonderer Abdruck aus seinem astron. Jahrbuch für 1848.
Nasmyth-Carpenter, der Mond betrachtet als Planet, Welt u. Trabant; deutsche Ausgabe von H. J. Klein, Leipzig 1876.
Neison, der Mond u. die Beschaffenheit u. Gestaltung seiner Oberfläche; deutsche Ausgabe von H J. Klein, Braunschweig 1878.
Philologisch-historische Beiträge, Kurt Wachsmuth zum 60. Geburtstag überreicht, Leipzig 1879.

Inhalts-Uebersicht.

	Seite
Die Lehre von der Beseelung der Erde	1 ff.
Astrometeorologie	20 ff.
Das Wesen der Atmosphäre	24 ff.
Die Mächtigkeit der Lufthülle	26 ff.
Wolken- und Regenbildung	32 ff.
Der Schnee	35 ff.
Hydrometeore überhaupt	38 ff.
Entstehung der Winde	39 ff.
Meteorologische Optik	49 ff.
Dämmerungserscheinungen	51 ff.
Die Strahlenbrechung	52 ff.
Regenbogen und Höfe	55 ff.
Blitz und Donner	57 ff.
Trübungen der Atmosphäre	58 ff.
Klimatologisches	60 ff.
Die Gezeiten	65 ff.
Die Meeresströmungen	72 ff.
Das Meer als Zerstörer und Landbildner	73 ff.
Gründe für die Kugelgestalt der Erde	75 ff.
Gefällsverhältnisse der Flüsse	77 ff.
Methoden zur Bestimmung des Erdhalbmessers	78 ff.
Längengradmessungen	80 ff.
Ellipsoidische Erdgestalt	81 ff.
Bestimmung der geographischen Breite	82 ff.
Wahl des Anfangmeridians	83 ff.
Datumsgrenze und Einheitszeit	85 ff.
Bestimmung der geographischen Länge	87 ff.
Versuche, den Magnetpol zu finden	93 ff.
Kartographische Bestrebungen	98 ff.
Vergleichungen zwischen Mond und Erde	101 ff.
Beschreibung der Mondoberfläche	105 ff.
Lunare Berghöhenbestimmungen	110 ff.
Die Tiefengebilde des Mondes und ihre Entstehung	113 ff.
Die Frage der Mondbewohner	118 ff.
Wasser und Luft als Bestandteile der Mondoberfläche	127 ff.
Lichterscheinungen auf dem Monde	132 ff.
Wärmestrahlung des Mondes	136 ff.
Wirkung des Mondes auf die sublunarische Natur	137 ff.

„Animam in corpore Solis inesse magnum argumentum ducitur a materia corporis eiusque illuminatione, quae videtur esse qualitas orta ab informatione animae valentissima . . . Animam autem potius statuendum esse puto, quam formam inanimam, quia ex macularum in Sole ortu et discussione exque illuminatione inaequali partium eius diversarum diversis temporibus apparet, non unam continuam et perpetuo uniformem esse energiam in omnibus corporis Solaris partibus. . . . . Ipsa etiam lux cognatum quid est animae . . ., itaque corpus Solis, in quo lux insidet originaliter, consentaneum est anima praeditum esse, quae inflammationis illius auctor, custos et continuatrix sit. Nec aliud suadere videtur Solis officium in mundo, ut sicut omnia illuminaturus, lucem est sortitus in suo corpore, sic omnia calefacturus, calorem, omnia vivificaturus, vitam etiam ipse corporalem, omnia moturus, principium et ipse motus et sic animam in se habeat.[1])

Nach diesen Worten Keplers in der „Epitome Astronomiae Copernicanae" ist die Sonne also ein beseelter Körper, sie bildet die Quelle des Lichtes; in ihr haben Belebung, Beseelung und Bewegung ihren Grund; mit Recht führt sie daher die Beinamen „Cor mundi", „Rex", „Imperator stellarum", „Deus visibilis" u. s. w.;[2]) jetzt erst, seit Copernicus, haben diese Beinamen, welche die Sonne schon seit den Zeiten der Griechen und Römer trägt, ihre volle Bedeutung erhalten; um sie kreisen die Planeten, und eben die

[1]) K. O. O., 6. Bd., S. 343 f. (K. O. O. = Kepler Opera Omnia ed. Frisch.)

[2]) Ebd., 1. Bd., S. 174.

Rotation der Sonne, welche von dem allmächtigen Schöpfer rührt, von der in ihr befindlichen Seele aber erhalten und geregelt wird[1]), bildet den Grund dieser Bewegung. In die Weite des Weltraums strahlt von der Sonne durch das Mittel des Lichts, welches die Stelle des Atems in dem Tierkörper vertritt[2]), eine Kraft aus, die in reissendem Wirbel alles in unendlichem Umkreise mit sich herumführt.[3]) Nicht eine „anima motrix", wie Kepler in Anlehnung an Scaliger und griechische Anschauungen im „Mysterium Cosmographicum"[4]) glaubte, sondern eine „species a corpore delapsa, sed immateriata"[5]) übt diese Wirkung aus und zwar

---

[1]) Ebd., 6. Bd., S. 343. Kästner, Gesch. d. Math., 4. Bd., S. 266.

[2]) K. O. O., 5. Bd., S. 251.

[3]) Ebd., 6. Bd., S. 344.

[4]) Reitlinger, S. 123 f. Vgl. die „Astralgeister" der aristotelischen Lehre, welche die Planeten in den ewigen Bahnen zu erhalten wissen. „Die Gestirne sind nicht seelenlose Körper, sie sind vielmehr als handelnde und lebendige Wesen zu betrachten; sie sind das Göttliche unter dem Erscheinenden". A. von Humboldt, Kosmos, 3. Bd., S. 16 u. S. 30, Anm. 26.

[5]) K. O. O., 1. Bd., S. 176. Anm. c. In dieser Anmerkung, welche Kepler der 1621 erschienenen 2. Auflage seines „Myst. Cosm." beifügte, sagt er: „Si pro voce anima vocem vim substituas, habes ipsissimum principium, ex quo physica coelestis in Comment. Martis est constituta, et lib. IV. Epitomes Astr. exculta Olim enim causam moventem planetas absolute animam esse credebam, quippe imbutus dogmatibus J. C. Scaligeri, de motricibus intelligentiis. At cum perpenderem, hanc causam motricem debilitari cum distantia, lumen Solis etiam attenuari cum distantia a Sole: hinc conclusi vim hanc esse corporeum aliquid, si non proprie saltem aequivoce; sicut lumen dicimus esse aliquid corporeum, id est, speciem a corpore delapsam, sed immateriatam." Was Kepler sich unter einer „species immateriata" vorstellt, führt er im „Tertius Interveniens" (ebd., 1. Bd., S. 568 f., Thes. 26) näher aus: „Ein species immateriata von einem leuchtenden corpore ist der Schein, welcher zu uns herzu kömpt, und uns erleuchtet . . . . Ein species immateriata von einem gespanneten und geschlagenen corpore ist der Klang, welcher in die Ohren eynfällt . . . . Ein species immateriata von dem Magnet ist, die da Eysen zeucht . . . . . Ein species imm. von dem Erdtboden, et quidem figurata, figura sui corporis, ist, die den Magnet nach Norden richtet . . . . . Ein species imm. von der Sonnen ist, die alle Planeten in einem circulo umb die Sonnen herumb führet: die ihre quantitates,

in der Art, dass ihre Intensität mit wachsender Entfernung abnimmt. Diese „species immateriata" wird von magnetischen Fühlfäden gebildet, welche von dem Sonnenkörper ausgehen, jedoch nicht nach allen Seiten der Kugel, sondern nur in der Aequatorebene der Sonne; mit dieser drehen sich die ausgesandten Magnetstrahlen, so dass jene kreisförmigen Wirbel entstehen, welche grosse Aehnlichkeit mit den Wirbeln des Cartesius besitzen. Da aber Kräfte der Anziehung und Abstossung auf die beiden Pole der Erdkugel wirken, ergibt sich als Bahn ihres Umlaufes die Ellipse, in deren einem Brennpunkt sich die Sonne befindet;[1]) der Trägheit der Materie[2]) aber muss man es zuschreiben, wenn sich die Planeten nicht so schnell bewegen, dass eine Revolution derselben sich in der gleichen Zeit wie eine Rotation der Sonne vollzieht; aus der verschiedenartigen Masse der Planeten ergibt sich also auch eine verschiedene Geschwindigkeit für dieselben.

So also hat Kepler die Bewegung der Planeten um die Sonne durch magnetische Kräfte erklärt; nicht in gleich befriedigender Weise gelingt ihm dies bei der zweiten Bewegung, der Rotation. An Stelle rein kausaler Gründe tritt hier jenes „unbestimmte Etwas", das Kepler zum erstenmale in einem Briefe an Herwart[3]) zur Erklärung der Präzession beizieht, und das bei ihm als ein wahrer Proteus von bald physikalisch, materiellem, bald psychologisch-trascendentalem

---

raritatem und densitatem hat: auch wie ein Wirbel bewegt wird, weil sich ihr Brunnquell, die Sonnenkugel auch umbträhet . . . . ." „Es ist also", wie Günther schreibt, (Günther, J. Kepler u. d. tellur.-kosm. Magnetismus, S. 56) „zwischen der immateriellen Spezies Keplers und dem, was die neuere Naturlehre Kraft nennt, gar kein Unterschied."

[1]) Günther, J. Kepler u. d. tellur.-kosm. Magnetismus, S. 57; ders. Geisteshelden, herausg. v. Bettelheim, 22. Bd., Kepler-Galilei, S. 47; ders. in der Allg. D. Biographie, 15. Bd., S. 617; Reuschle, Kepler u. d. Astron. S. 46; Heller, Gesch. d. Physik, 1. Bd., S. 302, 304.

[2]) S. unten, Anm. 226.

[3]) K. O. O., 3. Bd., S. 444.

Charakter erscheint und gewisse Bewegungen im Gang erhält, deren mechanische Kausalerklärung ihm unmöglich wird; die Definition jener geheimnisvollen Kraft ist aber niemals eine stabile, sondern fortwährenden Schwankungen unterworfen.[1]) Wir beobachten hier bei Kepler ebenfalls jenes Streben, das ihn bei der Erklärung der Revolution der Planeten leitete; während er sich aber dort allmählich aus dem Banne einer anfänglichen Metaphysik losrang und an Stelle der Seelen magnetische Kräfte wirken liess,[2]) müht er sich vergebens, gleich natürliche Gründe für die Rotation aufzufinden. Wenn er also auch, ähnlich wie die griechische Naturphilosophie, da, wo ihm eine Einsicht in die wahren Kausalverhältnisse nicht gegeben ist, eine Beseelung annimmt, so fühlt er doch sehr wohl das Unzureichende und Willkürliche einer solchen Auffassung; denn es ist wohl einer stark entwickelten Phantasie möglich, diese Seele in ihren Aeusserungen und in ihrer Thätigkeit nachzuweisen, ihr Wesen aber entzieht sich der Möglichkeit eines scharfen begrifflichen Erfassens; so macht es Kepler denn auch unablässig zu schaffen, das, was er „anima" oder „mens planetarum" genannt hatte, physikalisch zu deuten und anstelle derselben eine „species immateriata" oder „vis" zu setzen.[3]) Eine der Hauptaufgaben dieser Erdseele ist, wie erwähnt, die Drehung der Erde; unterstützt wird sie dabei von der Sonne und den kreisförmigen von ihr ausstrahlenden Fühlfäden; aber nur in dem Wirken einer geistigen Kraft kann die Gleichmässigkeit und Stetigkeit, die dieser Bewegung zukommt, sicheren Rückhalt finden.[4])

Ausser der Rotation der Erde können nach Kepler noch eine Reihe anderer Beobachtungen angeführt werden, welche die

[1]) Günther, J. Kepler u. d. tellur.-kosm. Magnetismus, S. 46.

[2]) Günther, ebd., S. 59; Reitlinger, J. Kepler, S. 128.

[3]) Günther, a. a. O., S. 61. Wie für die Erde, nimmt Kepler auch für die übrigen Himmelskörper eine Beseelung an. K. K. O., 2. Bd., S. 700.

[4]) K. O. O., 6. Bd., S. 176 f; S. 171.

Existenz einer Erdseele beweisen.[1]) Von ihr gibt besonders auch die stetige unterirdische Wärme Zeugnis, die sich im Aetna und zahlreichen Thermen äussert; denn die Materie an sich ist kalt, weshalb die Wärme immer eine Seele zur Voraussetzung hat, die von Feuer oder Licht begleitet wird.

Weiterhin sind die Metalle, Mineralien, Versteinerungen u. dgl. Schöpfungen einer Seele; die Ausschwitzung von Feuchtigkeit, welche in den Bergen die Flüsse, diese Adern des Erdkörpers erzeugt, die Aushauchung der Nebel und die beständigen trockenen und feuchten Ausdünstungen, die den Grund der wechselnden Formen von Niederschlägen bilden, sind Folgen ihrer Thätigkeit.

Viertens entstehen in den Eingeweiden der Erde Stoffe, welche warm und brennbar sind und in Licht, das mit der Seele verwandt ist, umgesetzt werden können; ja selbst unterirdische Feuer zeigen sich unserer Beobachtung.[2]) Nur in der äussersten Schichte nehmen wir diese Stoffe wahr; wie viel Merkwürdiges muss nun aber in dem Erdinneren verborgen sein? Mit vollem Recht schliessen wir, fährt Kepler fort, von der Natur der Geschöpfe auf den Schöpfer und also auch mit Grund von jenen warmen und brennbaren Stoffen auf das Wirken einer Seele, welche sie erzeugt.

Eine weitere Aeusserung der Seele ist die bildende Kraft (facultas formatrix), die Kepler bei seinem Hange alles Unorganische zu beleben und zu beseelen,[3]) in allen Teilen der Welt wahrnimmt.[4]) In der Luft bringt sie Heuschrecken, Fliegen, die sechseckige Gestalt des Schnees u. dgl. hervor, ähnlich wie die Läuse am Körper des Menschen durch die Kraft der in ihm weilenden Seele ins Dasein gerufen werden;

---

[1]) Ebd., S. 178; 2. Bd., S. 700; Rosenberger, Gesch. d. Physik, S. 57.

[2]) Vergl. K. O. O., 2. Bd., S. 145, Prop. XXXII.

[3]) Günther, J. Kepler u. d. tellur.-kosm. Magnetismus, S. 58.

[4]) Den Grundgedanken seiner diesbezügl. Anschauungen spricht Kepler in der Schrift „De Stella nova Serpentarii" (K. O. O., 2. Bd., S. 700) aus.

jener „facultas formatrix" ist es zuzuschreiben, dass man dem Ozean den Beinamen „Vater der Ungeheuer" gab;[1]) der bildenden Kraft auf der Erdoberfläche verdanken die verschiedenen Arten von Pflanzen und die zahlreichen Insekten ihr Leben; die bildende Kraft in den Eingeweiden der Erde, die der Gestaltungskraft des Mutterleibes gleicht, indem sie die Formen der Aussenwelt im Innern abprägt, erzeugt versteinerte Schiffe, Fische, Könige, Priester, Monarchen und Soldaten.[2]).

Sechstens spricht für die Thätigkeit einer Seele die Anwendung der geometrischen Formen, die ohne Wirksamkeit des Geistes und also auch einer Seele nicht möglich ist. In den Steinen, Krystallen und Salzen bringt sie die fünf regulären Körper zur Darstellung; Würfel, Tetraëder, Dodekaëder und Ikosaëder hatte Kepler Gelegenheit zu sehen.[3]) Mit demselben Rechte schliessen wir bei der Be-

---

[1]) Diese schöpferische Kraft ist nicht nur „dieser feuchten Lufft hie neben der Erden," sondern auch dem himmlischen Aether eigen; besonders bezeichnend für jene Phantasien über die mutterlose Erzeugung sind einige Sätze in dem „Ausführlichen Bericht von dem 1607 erschienenen Haarstern oder Cometen": „Von den Cometen ist diss mein einfältige Meynung, dass, wie es natürlich, dass aus jeder Erden ein Kraut wachse, auch ohne Saamen, und in jedem Wasser, sonderlich im weiten Meer, Fische wachsen und darinnen umschweben, also dass auch das grosse öde Meer Oceanus nicht allerdings leer bleibe . . . .: allermassen sey es auch mit der himlischen, überall durchgängigen und ledigen Lufft beschaffen, dass nemlich dieselbige diese Art habe, auss ihr selber die Cometen zu gebären . . . . ." K. O. O., 7. Bd., S. 25. Günther, Lehrbuch der Geophysik, 1. Bd., S. 71; einige Seiten später (a. a. O., S. 30) sagt Kepler mit Beziehung auf die Wundertiere des Meeres ähnliches.

[2]) K. O. O., 5. Bd., S. 254; ebenso a. a. O., 6. Bd., S. 178; dem Sinne nach gleich lauten die Worte Keplers in einer Fussnote a. a. O., 2. Bd., S. 271. Während also Kepler noch die Petrefakten, von denen er im übrigen recht phantastische Vorstellungen hatte, als Schöpfungen einer Erdseele und somit als blosse Naturspiele betrachtete, hatte schon der geniale Lionardo da Vinci mit überzeugender Klarheit die Entstehung derselben erklärt. Günther, Lehrbuch d. Geophysik, 2. Bd., S. 507, Anm.

[3]) K. O. O., 2. Bd., S. 271.

trachtung dieser Formen auf eine Seele, wie wir bei den Bienen aus dem Bau der Zellen folgern, dass sie mit Seele begabt sind und auf ihre Weise die Geometrie beherrschen.

Am meisten aber kommt jene Thätigkeit der Erdseele in dem Erfassen der himmlischen Geometrie zum Ausdruck. Die Entwickelung dieses Zusammenhangs der sublunarischen Natur mit den Vorgängen im Himmelsraum führte Kepler zur Ausbildung der eigenartigen Lehre von den Aspekten. In seinem „Calendarium in annum 1599" sagt er:[1] „Ein Himmlischer Aspect, wie die von einem tag zum andern auff einander folgen, bestehet nicht in der menige des Himlischen liechts, dan im Himel ist fast einmahl sovil liechts als das ander, sondern das heisset ein Aspect, wan die liechtstralen zweyer Planeten hie auf Erden einen gefüegen winkhel machen. So würckhet nun das Himlische Liecht in die Erden, als die erfahrung bezeüget, nicht nur an und für sich selbsten, sondern mehrertheils von wegen der Astronomia zweyer Liechter . . ." Aehnlich heisst es in der These XL der kleinen Abhandlung „De Fundamentis Astrologiae certioribus"[2]: „Haec autem facultas, quae vimaddit aspectibus, non est in ipsis stellis. Nam aspectus in Terra contingunt suntque mera *σχέσις*, non ex motu stellarum formaliter pro fluens, sed ex accidentario situ binarum stellarum cum Terra." Diese „ratio Geometrica" oder „Harmonia" kann also nur von einer Seele hier auf Erden wahrgenommen werden; denn die Sterne wissen von dem Winkel, den sie hier auf Erden bilden, ebensowenig „als die Orgelpfeiff von dem Liedlein weiss, darzu sie verhülffich sein muss."[3] Der weiteren Ausgestaltung der Theorie dieser harmonischen

---

[1]) Ebd., 1. Bd., S. 402.

[2]) A. a. O., S. 428.

[3]) A. a. O., S. 511; ebd., 2. Bd., S. 641; ähnliche Gedanken führt Kepler in dem 1. Briefe an Herwart vom 9./10. April 1599 (Anschütz, Ungedruckte wissensch. Korrespondenz, S. 17) aus. Vgl. auch Anschütz, a. a. O., S. 81, Anm. 218.

Verhältnisse widmet Kepler die grösste Sorgfalt und an zahlreichen Stellen seiner Schriften kommt er auf dieselben zurück; insbesondere veranlassen ihn schon frühe die Angriffe Herwarts von Hohenburg, der seine astrologischen Ansichten als irrtümlich betrachtete, eine festere Begründung seiner Lehre zu versuchen[1].) „In keiner Brust feierte das klassische Altertum eine lebendigere Auferstehung als in der Keplers", lesen wir in der Biographie von Reitlinger[2]), und wenn Kepler auch den Gedanken zurückweist, als sei er durch das Studium Platos zur Annahme einer zu so vielen Werken geschickten Erdseele geführt worden,[3]) so kommt doch in seinem rastlosen Streben, überall der Symmetrie der Formen und der Harmonie der Anordnung nachzuspüren, unverkennbar zum Ausdruck, dass er sich vollständig im Kreise pythagoreisch-platonischer Ideen bewegt.[4]) Während aber auf der einen Seite dieses Streben, als dessen Erzeugnis schon sein erstes Werk betrachtet werden muss, nach mannigfachen fruchtlosen Versuchen zur Entdeckung seiner berühmten Gesetze führte und so die herrlichsten

---

[1]) Ebd., S. 44 ff. u. S. 59 ff. In dem Briefe vom 6. Aug. 1599 sieht Anschütz (a. a. O., S. 7 u. S. 106, Anm. z. Zeile 1793) den ersten Keim eines seiner bedeutendsten Werke, der „Harmonice mundi", denn dort finden wir Kepler bereits bemüht, die Beziehungen zwischen den Elementen der Planetenbahnen und den musikalischen Harmonien zu untersuchen.

[2]) Reitlinger, J. Kepler, S. 137; W. Förster, Kepler u. die Harmonie der Sphären, S. 9.

[3]) K. O. O., 5. Bd., S. 251.

[4]) Frisch sagt in seiner Biographie Keplers (K. O. O., 8. Bd., S. 998 f.): „Eadem studia de Platonica et Pythagorica philosophia Gratii quoque diligenter sunt continuata, ubi de munere ad tractandas suas quaestiones satis temporis relinquebatur; quibus studiis ad id Keplerus adductus est, ut non modo clare perspiceret, quantopere etiam multo post Copernicum philosophia Aristotelica, quae regnaret sola, disciplinae procedenti obstiterit, sed etiam satis intelligeret, Copernicum doctrinam suam in Pythagorae eorumque qui Pythagorae successerint philosophia fundavisse et exstruxisse. Sic imaginem Prodomi sphaerum dicit planetarium „Copernicopythagoraeum" . . . .

Früchte zeitigte, hat es hier zwar sehr scharfsinnige, aber ziemlich wertlose Untersuchungen über die Natur, Zahl und Wirksamkeit der Aspekte zur Folge, die nur dadurch unser Interesse erregen, dass sich in ihnen Kepler als sehr wohl bewandert in der Musiktheorie zeigt. Seine Leistungen auf diesem Gebiete sind so bedeutsam, dass Günther von ihm sagen konnte:[1]) „Keine Geschichte der musikalischen Akustik wird die freilich etwas weitläufigen Ausführungen unbeachtet lassen dürfen, da der Autor auch den Ansichten der Musikschriftsteller und Komponisten, z. B. des älteren Galilei und des melodieenreichen Orlando di Lasso Rechnung zu tragen nicht unterlässt.“ Es gehen nämlich nach der Anschauung Keplers die Harmonien der Musik und der Aspekte aus derselben Quelle hervor, nämlich aus geometrischen Teilungen; nur jene Aspekte, welche Beziehungen zu regulären Gebilden der Geometrie oder Stereometrie oder auch Anklänge an musikalische Harmonien nachweisen lassen, zeigen sich wirksam; aber die Musik ist an Harmonien ungleich reicher, weil statt des Kreises hier die gerade Saite geteilt wird und so zu den mit den Aspekten gemeinsamen Prinzipien etwas Neues hinzutritt.[2]) Eine eingehendere Betrachtung der von Kepler so ausführlich behandelten Aspekte darf wohl, als ausserhalb des Rahmens unserer Arbeit liegend, unterlassen werden; nur so viel mag Erwähnung finden, dass es kaum als zufällig erscheinen kann, wenn Kepler zu den fünf alten Aspekten: conjunctio (0^0), oppositio (180^0), quadratus (90^0), trinus (120^0) und sextilis (60^0) noch zwei weitere hinzufügt: quintilis (72^0) und biquintilis (144^0), so dass sich also jetzt ihre Zahl auf 7 beläuft; ein achter: sesquiquadratus (135^0) ist hinsichtlich seiner Wirksamkeit noch zweifelhaft.[3]) Möchte man hier nicht an einen Einfluss der Harmonie

[1]) Günther, Geisteshelden, herausg. v. Bettelheim, 22. Bd.; Kepler-Galilei, S. 45.

[2]) Anschütz, Ungedruckte wissensch. Korrespondenz, S. 45, S. 71. Vgl. auch K. O. O., 2. Bd, S. 592 ff.

[3]) Fr. Apelt, Keplers astron. Weltansicht, S. 114f.

der Pythagoreer glauben, welche die himmlische Harmonie als Oktave und die sieben Planeten als die goldenen Saiten des Hauptaccords betrachteten.[1])

Dass also die Aspekte oder die Winkel zweier Gestirne auf Erden die sublunarische Natur erregen, kann allein in der Erdseele, die durch jene Harmonien zu reger Thätigkeit angetrieben wird, seine Erklärung finden, „cum rationalem oporteat esse rem, quae triplam a septupla dijudicat, animam sc. auditui praefectam, oportebit et in radiationum negotio rationalem esse creaturam, quae discernit inter 60 graduum interque 59 vel 61 subtensas . . .“;[2]) wie wir also mit Recht schliessen, dass jenes Lebewesen, welches den Fuss nach dem Takte eines Gesangs bewegt, sowohl den Gesang verstehe als auch den Takt erkenne, also von einer Seele geleitet werde, so müssen wir auch von der Erde annehmen, dass sie von einer Seele beherrscht werde, welche den Winkel der Strahlen zweier Gestirne abschätzt, ihn mit vier Rechten vergleicht und dann das Harmonische vom Disharmonischen unterscheidet.

Auch das Wesen der Erdseele sucht Kepler im 7. Kapitel des 4. Buches seines Werkes „Harmonia Mundi“ näher zu kennzeichnen. Nur einige der bezeichnendsten Stellen mögen hier angeführt werden: „Hanc animae Telluris veluti materiam assignabimus, in quam jam sit impressa loco formae imago vultus divini, cum ideis tam circuli rationumque eius omnium, quam corporis sui sensilis, cui regendo praefecta est, mundique adeo totius, in quo corpus ejus futurum erat . . Relucet in anima Telluris imago quaedam circuli zodiaci sensibilis totiusque adeo firmamenti, vinculum sympathiae rerum coelestium et terrestrium; relucent multo maxime in illa archetypi omnium ipsius muniorum omniumque motuum, quibus corpus suum quocunque sensu moveat . . . .

[1]) Zeller, die Philosophie der Griechen, 1. Teil, 1. Abt., S. 434.
[2]) K. O. O., 5. Bd, S. 253.

Quatenus igitur haec anima circuli zodiaci seu potius ejus centri gestat ideam, persentiscit etiam, qui planeta quovis tempore sub quo zodiaci gradu versetur angulosque radiationum, coëuntium in Terra, metitur; quatenus vero ex Divinae essentiae irradiatione rationes circuli geometricas et (per circuli comparationem cum certis suis partibus) harmonias archetypales suscepit, non pure quidem geometricas, sed radiationum lucidarum veluti saccaro quodam inductas, imo penitus imbutas, mensuras etiam angulorum jam agnitas, has congruas seu harmonicas, illas incongruas judicat; quatenus denique eadem anima complexa est ideas suorum operum (quorum uniuscujusque causa illa est veluti circulus quidam operativus), in illa etiam sua opera semper fertur, insignius tamen tunc, si tres hi circuli concurrerint et conspiraverint in unum, hoc est si anima, per aspectus sui ipsius admonita, operi suo cum aliquo excessu institerit." [1]) Diese Vorstellung vom Wesen der Erdseele gründet sich, wenn Kepler selbst auch eine solche Verwandtschaft zurückweist,[2]) durchaus auf die Anschauungen eines Pythagoras und Plato; denn die Seele ist ja nach Plato „der Inbegriff aller Zahl- und Massverhältnisse, sie ist ganz Zahl und Harmonie; von ihr stammt alle Zahlbestimmung und Harmonie in der Welt; die musikalischen Harmonien und das System der Himmelskörper gelten nämlich Plato nach dem Vorgange der Pythagoreer als die hauptsächlichste Offenbarung der unsichtbaren Zahlen und ihres Einklangs;" [3]) ebenso ist bei diesem griechischen Philosophen wie bei Kepler „die Seele teils Bewegung, teils Erkennen; sie ist das ursprüngliche Prinzip einer Bewegung, denn sie allein ist das sich selbst Bewegende, und indem sie sich selbst bewegt, bewegt sie auch den Körper, sie sorgt, wie Phädrus sagt, für das Leblose, durchwandelt die Welt

[1]) A. a. O., S. 256.

[2]) A. a. O., S. 251.

[3]) Zeller, Die Philosophie d. Griechen, 1. Teil, S. 777.

und regiert sie.“ [1]) In ihrer Vorstellung umfasst also diese Seele das ganze Himmelsgebäude; um das Zentrum ihres Sitzes sind für sie alle Körper der Welt wie für unser Auge auf der Oberfläche einer Kugel angeordnet; die Planeten aber befinden sich auf Kreisen und sind gleichsam durch gerade Strahlen mit ihr verbunden, wie auch die Seele nach allen Seiten ihre Fühlfäden aussendet; [2]) erfolgt nun auf einen Punkt der Lufthülle eine Einwirkung, die nicht nach dem Mittelpunkt zielt, so reagiert die Seele nicht weiter darauf; dagegen wird der gereizte Punkt ihr bemerkbar, wenn die Strahlen die Richtung nach ihrem Sitze haben, denn es fallen dann die Strahlen, welche einerseits von dem Planeten, andererseits von dem Sitze der Seele ausgehen, zusammen, und so wird in der Seele eine deutliche Vorstellung des Sternes in jenem Punkte erweckt; [3]) wenn aber die Strahlen zweier Planeten nach ihrem Sitze hinzielen, dann schätzt sie „ex instinctu creatoris, sine ratiocinatione“ [4]) den entstehenden Winkel und erquickt sich an den geometrischen und harmonischen Verbindungen, durch welche sie zum Gebrauch ihrer Kräfte angetrieben und aufgemuntert wird.

In dieser Weise beschreibt uns also Kepler das Wesen der Erdseele; sie ist, wie er in These XLII seiner „Grundlagen der Astrologie“ [5]) sagt, „neque humana, neque animalis proprie, neque qualis stirpium, sed peculiaris speciei . . . . Et quae ratio veteres coëgit tertiam animae speciem in plantis collocare, eadem nos cogit, quartam hanc collocare in Terra.“

Wenn hier also auch Kepler eine Wesensgleichheit seiner Erdseele mit der Tierseele zurückweist, so hat er doch in seinem Werk „Harmonia Mundi“ sie auf solche Weise

---

[1]) A. a. O., S. 785.

[2]) K. O. O., 5. Bd., S. 259.

[3]) A. a. O.

[4]) K. O. O., 1. Bd., S. 606; 5. Bd., S. 233; fast die gleichen Worte wie an der angeführten Stelle gebraucht Kepler im 6. Bd., S. 179.

[5]) Ebd., 1. Bd., S. 429.

ausgestaltet und sich so sehr von den mutwilligsten Phantasiespielen hinreissen lassen, dass ein förmliches Erdtier entstand. „Ja, der grosse Mann war auf diese Träumereien so stolz, dass er mit dem mystischen Verfasser des Makrokosmus Robert Fludd[1]) aus Oxford über das Prioritätsrecht der Ansichten vom Erdtier ernsthaft haderte.“[2])

Am ausführlichsten kommt Kepler auf jene Aehnlichkeit in dem vorerwähnten Werk zu sprechen, doch finden sich noch manche Ergänzungen in seinen anderen Schriften. In jener kleinen Abhandlung über die Erdseele weist er darauf hin, dass die Aspekte sich häufig unwirksam zeigen, oder dass doch die Folgen derselben ihrem Auftreten oft zeitlich nicht entsprechen; aber aus dem Wesen der Erdseele ist dies leicht zu erklären, „quippe Terra animal non est tale, quale canis, ad omnem nutum promptum, sed tale, quale bos aut elephas, tardum ad iram tantoque violentius, cum excanduit.“[3]) Diese Analogie erscheint nun Kepler eine so glückliche, dass er sie weiter verfolgt und den Vergleich zwischen dem Erdkörper und dem Tiere nach allen möglichen Seiten hin durchführt. „Videbam pleraque omnia, quae ex corpore animantis provenientia testantur animam in illo inesse, provenire etiam ex Telluris corpore.“ Wie auf der Oberfläche der Körperhaut sich Haare befinden, so bringt die Erde Bäume und Pflanzen hervor; in jenen entstehen Läuse, hier dagegen Raupen, Baumgrillen und andere Insekten, auch

---

[1]) Robert Fludd, auch Rob. de Fluctibus genannt, war geboren 1574 zu Milgate (Kent) und starb 1637 in London. Er war englischer Arzt und Abenteurer, der viele Länder und auch Italien bereist hatte. Lange wollte man ihm die Erfindung des Thermoskops zuschreiben, doch hat er an derselben nach seinen eigenen Berichten nur indirekt Anteil; Abhandl. z. Gesch d. Math., VIII, S. 256 ff. Die „Harmonia mundi“ hatte zu einer heftigen Polemik zwischen ihm und Kepler Veranlassung gegeben. K. O. O., 5. Bd., S. 17 ff.; S. 331—334; S. 413—468; S. 488 ff.

[2]) A. v. Humboldt, Kosmos, 3. Bd., S. 31; K. O. O., 5. Bd., S. 430 ff.

[3]) K. O. O., 5. Bd., S. 254 f; Kästner, Gesch. d. Mathem., 4. Bd. S. 281.

finden wir gewaltige Meerungeheuer.[1]) Den Ausflüssen aus den Augen, Ohren und der Nase bei dem Tierkörper entsprechen Bernstein und Asphalt bei der Erde; an Stelle der übrigen Ausscheidungen der Lebewesen bemerken wir bei der Erde Quellen und Bäche, die aus den Bergen hervorgehen, Schwefel, unterirdische Feuer, Donner und Blitz; und wie in den Adern der Tiere Blut erzeugt wird, so bilden sich in den Gängen der Erde Metalle, Fossilien und Regendämpfe.

Wie weiterhin die übrigen Lebewesen sich durch Speise und Trank stärken, so nimmt auch der Erdkörper Nahrung in sich auf, welche ihm die Kräfte für sein Schaffen und zugleich den Stoff zu seinen Werken liefert:[2]) „Dan wie der Mensch zu seiner arbeit, also ist der Erdboden darzu erschaffen, das er zu seiner zeit allerhand dämpfe von sich schwitzen solle, damit berge und tahl nach der notturfft befeuchtiget, Laub und grass herfür gebracht, und darvon Menschen und Viehe erhalten werden. Soll er diss verrichten, so muss er auch seine Materi und gleichsam seine narung darzu haben, das ist nun das gesaltzene Meerwasser.“ Zur Aufnahme desselben ist aber die Erde auch mit den erforderlichen Organen ausgestattet; die Wassermassen auf der Erdoberfläche, die uns rings von den Kontinenten umschlossen erscheinen, machen an den Küsten nicht Halt, sondern dringen in zahlreichen grossen und kleinen Röhren und Kanälen[3]) in das Innere ein, und dort in den Höhlungen bereitet die Erdseele „quasi in Alambico“ ihre Werke; jenes natürliche, durch die Anziehungskraft des Mondes hervorgerufene Schwinden und Schwellen der Meereswogen bietet

[1]) S. unten S. 6 f.

[2]) K. O. O., 1. Bd., S. 456; ebd., 5. Bd., S. 254.

[3]) Ebd., 6. Bd., S. 129; bei Plato und Aristoteles stossen wir auf die gleichen Anschauungen; die sogenannte „Schwammtheorie“. Vgl. Berger, Gesch. d. wiss. Erdkunde d. Griechen, 2. Abt., S. 110, 139 u. 115. Die gleichen Vorstellungen hat Kepler, wie sich ergeben wird, bezüglich des Mondes.

die günstigste Gelegenheit zum Einsaugen der Wassermassen.[1])

Eine doppelte Aufgabe hat also die Erdseele, wie Kepler in seiner Schrift „De Stella Nova Serpentarii" ausführt;[2]) einmal muss sie die Meereswasser in die innersten Räume ihres Schaffens (concoctionis) ziehen und dann die zusammengebrauten Dämpfe gleichsam in der Form von Schweiss wieder von sich geben; „aut si mavis", fährt Kepler fort, „compara hanc expulsionem excretioni seminali animantium . . Et me hercule non absurde quis huic excretioni etiam voluptatem suam adjunxerit: ita multa Terrae cum animantibus conveniunt. Etenim docent medici, si quando humore genitali tument venae, facile vel per somnum imagine dulci objecta, nullo etiam contactu accedente, fieri excretionem. Quid vero huius rei similius, quam quod constat inesse in Terra facultatem aspectuum coelestium perceptricem, quae stimulata aliquo aspectu exsudet vapores pluvios? Utrinque species immateriata objecta phantasiae ciet materiam genitabilem: quid impediet igitur, utrinque ex perceptione speciei et expulsione materiae existere voluptatem?" So also schreibt Kepler dem Himmel eine „species Venerea" zu, die sich in den Aspekten äussert und die Erde anreizt, ihren Samen aus dem Innern zu ergiessen, wenn die Gefässe von der Masse der Feuchtigkeit angeschwollen sind; auch der Erde ist also eine „facultas epultrix" eigen. Diese Fähigkeit der Erdseele beschäftigt ihn dann von neuem an einer folgenden Stelle; auf die Frage, ob der gleiche Anreiz die Aufnahme des Meerwassers und die Ausscheidung der Dämpfe bewirkt, antwortet er:[3]) „Nescio, nisi quod etiam in animante idem

---

[1]) K. O. O., 5. Bd, S. 255. Dieses Einschlürfen des Meerwassers in das Erdinnere erklärt es uns, dass das Meer niemals die Küsten überflutet, obwohl ihm durch die Flüsse stets neue Wassermassen zugeführt werden; ebd., 5. Bd., S. 254. Kästner, Gesch. d. Math., 4. Bd., S. 281.

[2]) K. O. O., 2. Bd., S. 721.

[3]) Ebd., S. 722.

cognatae animantis aspectus et gignere creditur humorem genitalem et interdum excernere. Quae similitudo si conceditur, distinctionem etiam adhibebimus hanc, quod ut in animantibus coctio humoris temporis habet latitudinem, excretio momentanea est, sic in Tellure quoque causa stimulans ad attrahendum et hauriendum et coquendum prolixior sit, causa stimulante ad excernendum."

Das grosse Lebewesen, welches wir Erde nennen, kann aber auch in schwere Krankheiten verfallen, und zwar ist dies, wie Kepler auf eine Anfrage des Fabricius darlegt [1]), besonders eine Wirkung der Sonnenfinsternisse, da durch das plötzliche Ausbleiben des Lichtes alle Lebewesen und so auch das gewaltige Erdtier erschreckt und auf lange in Erregung versetzt werden; die Art freilich, in welcher sich diese Krankheit äussert, hängt von dem Zustande des Erdinneren, besonders von der Menge der im Erdkörper befindlichen Feuchtigkeit ab; denn das Erdtier ist eben ein selbstständiges, unabhängiges Wesen: „ut homo esurit, sitit, fatigatur ad praescriptum sui corporis virium, non coeli." [2]) Die ordentliche Verarbeitung der Nahrung, welche die Erde aufnimmt, bereitet ihr oft grosse Beschwerden: „sunt et sui certis Telluris tractibus languores et internae viscerum vicissitudines;" zuweilen nämlich leidet sie unter einem Uebermass von Feuchtigkeit, zuweilen auch an unvollständiger Verdauung („concoctionis imperfectione"); auch ist die Flüssigkeit im Erdinneren in ihrem Kreislaufe einer gewissen Gesetzmässigkeit unterworfen, deren Ermittelung aber Kepler nur auf Grund eines langjährigen Beobachtungsmaterials für möglich hält; immerhin erscheint ihm jetzt schon die Vermutung des Cäsius nicht unbegründet, dass diese Vorgänge in gewissen Beziehungen zu dem Monde stehen und dass, wie bei anderen von unserem Trabanten abhängigen Er-

[1]) Ebd., 1. Bd., S. 354.
[2]) A. a. O.

scheinungen, auch hier sich eine 19jährige Periode bemerkbar mache.[1]) Störungen in den Bewegungen der feuchten Massen rufen also eine Erkrankung des Erdtieres hervor, und zwar zeigt sich dies in der wechselnden, oft den Verhältnissen nicht entsprechenden Natur der Ausdünstungen.[2])

Kepler führt den Vergleich zwischen den Lebewesen und dem Erdtiere noch weiter; bei einer Betrachtung der Vorgänge auf Erden kann uns nicht entgehen, dass der gewaltige Erdkörper auch atmet: „Quid vero similius est respirationis animalium terrestrium et inprimis reciprocationis illius piscium, dum sorbent aquas ore exprimuntque vicissim per branchias, quam ille mirabilis fluxus et refluxus oceani semidiurnus?“ fragt er in der „Weltharmonie“[3]). Wenn sich, fährt er fort, Anzeichen dafür ergeben würden, dass im Erdinnern sich biegsame Teile befinden, die einen Vergleich mit Lungen oder Kiemen aushielten, wenn diesen etwa, wie unserer Luft, Ausdehnbarkeit und Zusammendrückbarkeit zukäme, so müsste mit einer solchen Atmung durchaus nicht eine Bewegung der Erdoberfläche verbunden sein, „analogo scilicet motui musculorum diaphragmatis, in corpore humano respirante.“ Indessen, fügt Kepler bei, werden wir vielleicht mit mehr Recht von der Gegenwart einer Seele auf die Notwendigkeit der Atmung als umgekehrt von der Atmung auf die Beseeltheit schliessen.

Diese Erdseele gleicht aber dem Tiere nicht nur durch bestimmte äussere Bethätigungen ihrer inneren Lebenskraft, sie besitzt auch einen gewissen Grad von geistigen Fähigkeiten. Zunächst kommt ihr etwas zu, was dem Gedächtnis der Lebewesen ähnlich ist:[4]) Es liegt nämlich in der Natur aller mit dem Lichte verwandten Dinge, dass sie, ähnlich wie unser Auge, einen bestimmte Zeit andauernden

[1]) Ebd., 5. Bd., S. 255.
[2]) Ebd., 1. Bd., S. 430.
[3]) Ebd., 5. Bd., S. 255.
[4]) A. a. O., S. 257 f; 2. Bd., S. 646 f.

Reiz empfangen, wenn sie von dem Lichte der Sonne oder auch nur des Tages erregt werden: „Tale quid accidit huic animae, quam luci et igni cognatam dixi, ut illa in plaga (punctum enim est illa, plagis distinctum, seu circulus zodiacus potentialis), in qua congressi fuerunt superiores planetae aut eclipsis apparuit, concipiat characterem conjunctionis, durabilem in aliquod tempus, itaque quoties planetarum aliquis, praecipue Sol vel Luna, locum transit, ipsa vim suam talem exserat, qualem ad ipsam conjunctionis exstimulationem exsereret . .“[1]) Doch ist des Menschen Gedächtnis edler, weil die Erinnerung nicht nur durch äussere Reize geweckt wird, sondern ich sie auch selbst, so oft ich will, vor mein geistiges Auge zurückrufen kann, was jener Seele nicht möglich ist.

Um das Bild von der Erdseele zu vervollständigen, schreibt Kepler der Erde noch Tastsinn, Gehör oder Gefühl zu: „Quid quod et sensus quidam vel tactus vel auditus Telluris globo inesse videtur, argumento hoc, quod constanti plurimarum provinciarum traditione confirmatur“ [2]). Zum Beweis, dass der Erdkörper mit diesen Sinnen ausgestattet ist, führt er die zahlreichen Berichte aus den verschiedensten Gegenden an, welche melden, dass sofort sich gewaltige Stürme erheben, wenn man von den Gipfeln der höchsten Berge in die dort befindlichen unergründlichen Schlünde, aus deren Tiefe nicht selten das Rollen des Donners dumpf herauftönt, oder in die Bergseen, die zweifellos auch des Grundes entbehren, einen Stein hinabwirft. „So schütteln in gleicher Weise von Schrecken ergriffen die Tiere das Haupt oder stürzen in wildem Laufe davon, wenn man etwas Kitzelndes in die zarten Gänge der Ohren oder Nase bringt.“ Ja selbst eine Besteigung der Berge kann unter Umständen genügen, um den Zorn des Erdtieres zu erregen.[3])

---

[1]) Ebd., 5. Bd., S. 257.

[2]) A. a. O, S. 255.

[3]) A. a. O. Etwas misstrauischer gegen solche Berichte zeigt sich Kepler in seinem Brief an Fabricius vom 11. Aug. 1602, in welchem er

Wir vermissen bei diesem Erdtiere, das also, wie wir gesehen haben, wie jedes Lebewesen Stoffe ausscheidet, das Nahrung zu sich nimmt, atmet, schläft und wacht und das selbst Gedächtnis und Gefühl besitzt, nur noch die Erscheinungen des Wachstums und der Bewegung. Auch auf sie kommt Kepler zu sprechen, indem er sich gegen den gewöhnlichen Einwurf wendet, dass man die Erde, wenn sie eine Seele habe, auch wachsen sehen müsse, und dass ihre Bewegung bestimmte Werkzeuge erfordere. „Prodigiosum commentum fuerit, si quis, non dicam ad generationem alterius Terrae, sed tantum ad nudam augmentationem eius vires extenderit",[1]) antwortet er solchen Vorhalten gegenüber in der Schrift „De Stella Nova Serpentarii", und an anderer Stelle[2]) lesen wir: „Si incrementis Terra opus habuisset, si pastu alio, quam dixi, velut ex venatu, fuissent et ista munia huic animae commissa et idonea instrumenta data."

Auf dies in so phantastischer Weise ausgestaltete Erdtier wirken nun die Vorgänge am Himmel: „Nihil est vel fit in coelo visibili, cuius sensus non occulta quadam ratione in Terras inque omnes facultates rerum naturalium porrigatur: eaeque animales facultates sic afficiuntur hic in Terris, ut coelum ipsum afficitur."[3]) So also geschieht es, dass die „facultas animalis", welche die irdische Natur beherrscht, bis zu einem gewissen Grad in Schrecken versetzt wird, wenn sich am Himmel etwas Neues und Ungewöhnliches zeigt, wie eine seltene Konstellation mehrerer Sterne, die Ver-

---

seine Schilderung der Besteigung des Berges Schöckel (bei Graz) mit folgender kleinen Erzählung schliesst: „Est autem in illo monte vorago, ἄβυσσος unde adeo crebrae tempestatum exhalationes, ut fama obtinuerit antiquissima, conjectu lapilli grandinem elici; sc. quia adeo crebro grandinat, sive lapilli conjiciantur, sive non; hanc famae deceptionem esse puto. Nos enim specum non invenimus et tamen grando fuit, nisi forte ipso ascensu irritaverimus montem scilicet." Ebd., 1. Bd., S. 321.

[1]) Ebd., 2. Bd., S. 701.

[2]) Ebd., 5. Bd., S. 254.

[3]) Ebd., 2. Bd., S. 719.

finsterung wichtiger Gestirne[1]) oder ein neuer Komet oder Fixstern.[2]) Alle diese Erscheinungen, besonders aber die schon erwähnten 7 bez. 8 Aspekte treiben das Erdtier zu gesteigerter Thätigkeit an, so dass es mit erhöhtem Eifer der Ausbildung geometrischer Gestalten oder der Ausschwitzung von Dämpfen obliegt; ja selbst harmonische Verhältnisse in der Bewegung der Planeten scheinen sich in solcher Weise zu äussern.[3])

Unaufhörlich kocht es also in den Eingeweiden der Erde; Rauch und Dampf steigen aus dem Innern empor und zeugen von der nie ermüdenden Lebenskraft, die den gewaltigen Körper beseelt. Aus diesen Dämpfen entstehen Versteinerungen (fossilia), die lauen Dünste erkalten in den steinigen Höhlen der Erde und sammeln sich in Tropfen, die dann als Quellen an das Tageslicht treten; täglich erneuert sich durch die Aushauchungen die für das Leben von Mensch und Tier unentbehrliche Luft, die sich nachts als Tau auf dem Boden niedergeschlagen hatte; Winde, Nebel, Wolken, mächtige Stürme und heftige Regengüsse, Hagel, Blitz und Donner bilden das Gefolge dieser an Kraft so sehr wechselnden Ausdampfungen.[4]) Welche von diesen verschiedenartigen Erscheinungen indessen auf den einen oder anderen Aspekt eintritt, das ist nach Kepler nicht möglich zu entscheiden. In einem Briefe vom 5. April 1608 an Brengger schreibt er mit Beziehung darauf: „Quod enim in exemplo nix fuit, in alio potest esse pluvia et similia: potest et ventus esse siccus, potest humida esse exhalatio,

---

[1]) Ebd., 1. Bd., S. 430, Thes. XLVI.

[2]) „Dass die Fixsterne auch vom Meteorologen sorgfältig beobachtet werden müssten, war ein Glaubensatz aller Astrologen, namentlich der babylonischen und assyrischen . . . Ja, auch Kepler war noch teilweise diesen Phantasmen zugeneigt.“ Günther, Lehrb. d. Geophysik etc., 2. Bd., S. 178. Von der Bedeutung der Kometen für irdische Vorgänge handelt Kepler im 7. Bd. (K. O. O., S. 27 f.) Vgl. Anm. 197.

[3]) K. O. O., 1. Bd., S. 430, Thes. XLVIII.

[4]) Ebd., 5. Bd., S. 256.

qualis de die resplendet instar nebulae humilis et luce Solis clara, praenuncia chasmatum."[1]) Kepler richtet daher seine Aufmerksamkeit nicht auf Schnee, Winde, Gewitter u. dergl., sondern nur auf die Veränderungen in dem Zustande der Luft,[2]) und eine zwanzigjährige Beobachtung[3]) lässt es ihm als unbestreitbar erscheinen, dass Wechselbeziehungen zwischen den meteorischen Erscheinungen und dem Auftreten der Aspekte bestehen. Das Ergebnis seiner Wahrnehmungen fasst er in dem Satze zusammen: „Vidi magna constantia turbari statum aëris, quoties planetae vel conjungerentur, vel aspectibus, vulgo astrologorum celebratis, configurarentur; vidi tranquillitatem plerumque esse in aëre, si nulli vel si pauci inciderent aspectus, vel si celeriter conficerentur transigerenturque."[4])

Wenn Kepler also auch eine bestimmte Einwirkung der Gestirne auf die irdische Natur zulässt, so verwahrt er sich doch mit Entschiedenheit dagegen, dass man Schlüsse, welche Einzelheiten betreffen, aus diesem Verhältnisse ziehe. Sehr scharf tritt er solchen Versuchen in seiner Schrift „De Stella Nova Serpentarii"[5]) entgegen: „Ad eundem modum dico observatum esse a veteribus et hodie observari maximam

---

[1]) Ebd., 2. Bd., S. 592. In ähnlicher Weise hatte sich Kepler schon am 4. Juli 1603 in einem Briefe an Fabricius (ebd., 1. Bd., S. 339) ausgesprochen: „ . . . Pluvia, ventus, an fumus sit futurus, quod exhalat, in Terrae habilitate situm arbitror, non in planetorum arbitrio. Et tamen aptior alius ad aliam conditionem materiae, cum sint distincti coloribus." Bis zu einem gewissen Grad wirkt also doch die Natur des Planeten auf die Art der Niederschläge, nur lässt sich dieselbe infolge anderer Gründe nicht vorausbestimmen.

[2]) K. O. O., 5. Bd., S. 252.

[3]) Welche Vorstellung Kepler von der Wirksamkeit der Aspekte hatte, ergibt sich auch aus einer seinem „Myst. Cosm." beigefügten, sehr bezeichnenden Bemerkung (ebd., 1 Bd. S. 172).

[4]) K. O. O., 5. Bd., S. 251. In ähnlicher Weise hatte er schon 16 Jahre früher in seiner Schrift „De Stella Nova Serp." geäussert. A. a. O., 2. Bd., S. 642.

[5]) A. a. O., 2. Bd., S. 639 f.

vim conjunctionum planetarum in ciendis facultatibus rerum sublunarium: at cum ex hoc universali principio alius alia conaretur exstruere, omnes vero ad particulares praedictiones contenderent, aphorismorum varietatem magnam confingerent, ut eventuum varietati respondere illa posset, postea experientiam pro se quisque allegaret, deceptos esse cupiditate praedicendi caecos, ut in superstitiones tam multas impingerent.“ Seine Stellungnahme entspricht hier im grossen und ganzen seinen Ansichten über die Astrologie; wie hier, so suchte er schon früher auf diesem umfassenderen Gebiete das Wahre von dem Falschen zu scheiden und warnte in der Schrift an den Arzt Philipp Feselius,[1]) bei der wohlbegründeten Verwerfung des astrologischen Aberglaubens „das Kind mit dem Bade auszuschütten“; wenn er demnach der Sterndeuterei auch nicht jede Berechtigung absprechen konnte, so stand er ihr doch verhältnismässig frei und unabhängig gegenüber und war so, obwohl er sich niemals dem Banne derselben vollständig entzog, doch über die noch sehr abergläubischen Anschauungen der meisten seiner Zeitgenossen weit erhaben.[2]) Bei der Erde aber sind nach seinen Dar-

[1]) Ebd., 1. Bd., S. 549 ff.

[2]) Das Verhältnis Keplers zur Astrologie ist vielfach behandelt; vgl. ausser den im folgenden angeführten Stellen insbesondere: Günther in d. Allg. D. Biographie, 15. Bd., S. 607; ders., J. Kepler u. d. tellur.-kosm. Magnetismus, S. 55; Reuschle, Kepler u. d. Astronomie, S. 132 ff.; Heller, Gesch. d. Physik, 1. Bd., S. 228; Anschütz, Ungedr. wissensch. Korrespondenz etc., S. 17, 46, 81 f, 96. — Wie auf das Erdtier, liess nämlich Kepler auch auf das Seelenleben eine ähnliche, freilich durch viele andere Verhältnisse, insbesondere den freien Willen, beeinflusste und daher nicht tiefgreifende optisch-harmonische Wirkung der Aspekte zu. „Einen gewissen Einfluss zumal der Planeten auf alle irdischen Verhältnisse, auf die Witterung und auf die unorganische Natur, ebenso wie die Schicksale der Menschen und Völker wollte Kepler nicht in Abrede stellen; aber dass man diesen Einfluss mit den damals üblichen Mitteln wirklich zu erkennen befähigt sei, das wollte ihm durchaus nicht einleuchten.“ (Günther, Geisteshelden, herausg. v. Bettelheim, 22. Bd., Kepler-Galilei, S. 51). „Feinsinnig und ideal, wie er war, verabscheut er die landläufige astrologische Praxis entschieden, und wenn es sich

legungen solche Prophezeiungen um so unsicherer und wertloser als das Erdtier, wie wir es kennen gelernt haben, ein ganz eigenartiges Lebewesen ist. Störrisch und launisch, nicht selten von Krankheiten, d. i. Perioden der Feuchtigkeit und Trockenheit, beherrscht,[1]) leistet es oft dem Reiz der Aspekte nicht sofort Folge; daneben aber sind auch noch andere, jedoch nicht bekannte Kräfte wirksam, welche in die Voraussetzungen und Berechnungen der Astrologen sehr störend eingreifen; ähnliche Stimmungen wie bei dem Menschen, der manchmal ohne Anlass heiter ist, manchmal aber schwermütiger Gedanken, die ihn grundlos befallen, sich nicht erwehren kann, finden wir auch bei dem Erdtiere;[2]) in ihnen scheint es begründet, wenn in dem einen Jahr keine grosse Nässe und Kälte auftritt, solange sich kein Aspekt zeigt, und dann aber selbst der geringste Aspekt, so oft er zustande kommt, gewaltige Regengüsse und Stürme erzeugt, wie es Kepler z. B. a. 1601 erlebte; wenn andererseits in einem folgenden Jahre solch andauernde Trockenheit herrscht,

---

denn doch darum handelte, eine Nativität oder ein Horoskop zu stellen, so versäumte er niemals eine Bemerkung beizusetzen, welche seinem Zweifel an der Richtigkeit seiner Kunst beredten Ausdruck gab." (Günther in d. Allg. D. Biogr., S. 618) „ja er dachte von der landläufigen Sterndeuterei so gering, dass er seine eigenen Versuche darin frivol nannte, und so sich mehr auf seinen gesunden Menschenverstand, seine klare Einsicht in die politischen Verhältnisse und seine genaue Personenkenntnis verliess als auf die Sterne;" (Günther, Geisteshelden etc. S. 8; ders., in d. Allg. D. Biogr., S. 607) „im „Tertius Interveniens" hatte er nämlich erkannt, dass die „Mutter Astronomie" der Beihilfe des „närrischen Töchterleins Astrologie" nicht entbehren könne, wenn die Diener der ersteren nicht in die schlimmste materielle Not geraten sollten." (Günther, Geisteshelden etc. S. 51; Reuschle, a. a. O., S. 92; Anschütz, a. a. O., S. 97.) Anschütz stellt (a. a. O.) die Vermutung auf, dass Kepler sich seine astrologischen Ansichten nach Melanchthon gebildet habe. — Auch N. Herz (Wien) gab dankenswerte Aufschlüsse über diese Frage.

[1]) Im Briefe an Fabricius vom 11. Okt. 1605 (K. O. O., 1. Bd. S. 355) sagt Kepler: „Ut autem Terra intus jam humeat, jam areat, non magis ex coelo est, quam ut homo jam sitiat, jam bibat, jam quiescat."

[2]) K. O. O, 1. Bd, S. 430, Thes. XLV.

dass selbst an den Tagen bedeutungsvoller Aspekte nur kleine Nebel oder an Stelle der Dämpfe Rauchwolken bemerkt werden, wie dies z. B. a. 1599 der Fall gewesen sein soll.

Alle meteorischen Erscheinungen führt Kepler auf die Dämpfe zurück, welche in den Bergen entstehen. Das Wesen dieser Ausdünstungen beschäftigt ihn bei der Besprechung der Refraktionserscheinungen. In einer Fussnote seiner „Optik“[1]) bemerkt er, zwei Arten von Dämpfe gebe es: der eine wird bei seinem Emporsteigen aus dem Innern der Erde von der Wärme, die er mit sich bringt, in die Höhe getrieben; gleich einer Quelle bricht er aus den Bergen hervor und verbreitet sich in kreisförmigen Wellen um den Gipfel; in diesem Zustande ist er durchsichtig wie Wasser; durch ihn gesehen, erscheinen die Sterne gross und scintillieren stark. Die andere Art des Dampfes ist schwer und durchkältet und hängt, vermischt mit dichteren Rauchmassen, an einem Orte; durch ihn wird das Licht der Sterne verdunkelt und gerötet. Während die erstere Art des Dampfes selten ist und nur kurze Zeit auftritt, zeigt sich letztere täglich und erhält sich lange; während jene fast nur die Berge bedeckt, erstreckt sich diese bisweilen über die ganze Oberfläche der Erde. Diese Unterscheidung Keplers erinnert lebhaft an die fast gleichen Vorstellungen des Aristoteles, von dem Kepler hier, wie in seiner ganzen Meteorologie, stark beeinflusst erscheint.[2]) Der grosse griechische Philosoph stellt sich die Atmosphäre als eine gewaltige Dunsthülle vor, die von den trockenen, rauchartigen und von den feuchten, dampfartigen Ausdünstungen der Erde und des Wassers erfüllt ist;[3]) die leichten Dämpfe steigen nach oben und bilden, da sie leicht entzündbar sind, die Region der Lichterscheinungen, die schweren aber lagern sich unten in

---

[1]) Ebd, 2. Bd., S. 180.
[2]) Anschütz, Ungedruckte wissensch. Korrespondenz etc., S. 101.
[3]) Berger, Gesch. d. wiss. Erdkunde d. Griechen, 2. Abt., S. 100 ff.

den Thälern, und in ihrer Mitte kommen durch ihre Verwandlung in Wasser die verschiedenen Arten von Niederschlägen zustande. Eine scharfe Grenzfläche scheidet diese Zone der veränderlichen Elemente, die sich nur bis zur Spitze der höchsten Berge erstrecken, von dem reinen unveränderlichen Aether, der sich durch den weiten Himmelsraum hin ausbreitet. In ähnlicher Weise stellt sich Kepler den Aufbau der Lufthülle vor: Unten haben wir die eigentliche Luftkugel, welche die Refraktionen erzeugt und etwa eine Höhe von $^1/_2$ Meile hat; über ihre Grenzfläche steigen infolge ihrer Wärme und geringen Dichte die trockenen und rauchigen Ausdünstungen auf, welche die Dämmerungserscheinungen veranlassen; über die Höhe dieser Materie spricht sich Kepler nicht klar aus, doch gibt er verschiedenemal an, sie sei niedriger als 12 Meilen. Den Abschluss bildet schliesslich der Aether, der sich bis zu den Sternen ausdehnt; er ist wie die Luft flüssig (fluidus), durchsichtig und je nach Ort und Zeit von verschiedener Reinheit; doch unterscheidet er sich wesentlich von ihr durch seine grössere Durchsichtigkeit.[1]) Während nämlich der Luft häufig grosse Mengen von trockenen Ausdünstungen und Dämpfen beigemengt sind, welche die innere Einheit derselben beeinträchtigen, ist der Aether nur selten und meist nur in den Teilen, welche sich der Grenzfläche gegen die Erde nahe befinden, von fremden Stoffen verunreinigt. Welch erstaunliche Feinheit ihm zukommt, geht daraus hervor, dass durch ihn das Licht selbst der kleinsten Sterne mit dem Unterschied der Farben dringt[2]) und dass der Widerstand der ätherischen Luft gegen die Erdkugel bei einem Wege von 1000 Meilen in einer Stunde weniger fühlbar ist, als die Reibung des menschlichen Gesichtes gegen die Luft, wenn man in 1 Stunde $\frac{1}{2}$ Meile zurücklegt;[3]) nicht mit Unrecht konnte daher, wie Kepler sagt,

[1]) K. O. O., 6. Bd, S. 145 f.
[2]) Ebd., 6. Bd., S. 146, 2. Bd., S. 493.
[3]) K. O. O., 6. Bd., S. 184.

Tycho Brahe daran zweifeln, ob der Aether überhaupt etwas Materielles sei. Die Natur des Aethers kennzeichnet Kepler, wie wir sehen, nur im Verhältnis zur Luft; etwas genauer spricht er sich über die Eigenschaften dieser in einer Anmerkung zu seiner Jugendschrift aus:[1] „Concedamus aërem nostrum esse corpus materiatum, permeabile a facultatibus magneticis, motoriis, calefactoriis, illumatoriis et similibus: ut sit vapor non toto genere diversum ab aëre, sed saltem gradubus crassitiei distinctus a circumfusis aëris campis." Da Luft also nichts anderes wie Dampf in sehr stark verdünnter Form ist, so tritt auch täglich eine Erneuerung derselben aus dem Innern der Erde ein.[2] Besonders verdient aber an dieser Stelle das Verdienst Keplers hervorgehoben zu werden, dass er, wie sich in folgenden noch deutlicher zeigen wird, der Luft die Eigenschaften der Schwere zuschrieb, wenn auch der Nachweis für die Richtigkeit dieser Behauptung erst Torricelli gelang.[3]

Wie bei Aristoteles, so übersteigt auch bei Kepler die grösste Höhe der Luftsäule kaum die Gipfel der bedeutendsten Berge; so sagt er in dem schon erwähnten Briefe an Fabricius vom 2. Dez. 1602:[4] „Quod nos aërem dicimus, sine quo tam non possumus retinere spiritum, quam non possent pisces aqua sua carere, id non est tantae altitudinis, ut omnia montium cacumina superet. Exstat Atlas, Olympus, et ille inter Azoras, Culus Terrae dictus. . . ." In seiner Ansicht von der geringen Höhe der Luft wird er bestärkt durch die Berichte verschiedener Schriftsteller. Nach Aristoteles kann man sich auf den Höhen des Olympus nur aufhalten, wenn man angefeuchtete Schwämme an die Nase bringt;

---

[1]) Ebd., 1. Bd., S. 161, Note h; Günther, J. Kepler u. d. tellur.-kosm. Magnetismus, S. 48.

[2]) K. O. O., 5. Bd., S. 432.

[3]) Peschel-Ruge, Gesch. d. Erdkunde etc., S. 688; Wolf, Gesch. d. Astronomie, S. 377.

[4]) K. O. O., 2. Bd., S. 414.

auch der Umstand, dass Schriftzüge in dem Sande auf demselben Berge viele Jahre hindurch erhalten blieben, spricht dafür, dass Winde und also auch Luft sich dort nicht befindet.[1]) Auch der plötzliche Tod vieler Spanier bei dem Uebersteigen der Höhen, welche Zentral- von Südamerika trennen, ist, wie Kepler glaubt,[2]) durch den Mangel an Luft hervorgerufen worden, während der Berichterstatter den Grund in einer Verpestung derselben suchen will.[3]) Einen deutlichen Beweis aber, dass viele Berge über die Lufthülle hinausragen, liefert die Thatsache, dass sie das ganze Jahr hindurch mit Schnee und Eis bedeckt sind. Da nämlich, schliesst Kepler, Luft ausgehauchter Dampf ist, so muss derselben wenigstens ein geringer Grad von Wärme eigen sein; wo aber Schnee und Eis sich dauernd finden, da herrscht solche Kälte, dass selbst die Strahlen der Sonne sich nicht mehr kräftig genug erweisen, um die Vereisung zu lösen; dort kann also auch keine anhaltende Ausdünstung und damit auch keine Luft auftreten, denn durch die Kälte des himmlischen Aethers wird sie in jene Massen von Reif und Schnee verwandelt, welche wir auf den Gipfeln der Berge lagern sehen.

Eine Methode, nun die Höhe der Luft zu ermitteln, ergibt sich aus der Messung der Höhe der Wolken; diese aber erheben sich selten höher, als $\frac{1}{4}$ Meile über den Erdboden, meistens sogar werden sie von Beobachtern an tief gelegenen Seeküsten niedriger bemerkt. Wolken aber sind nach Kepler Ausdampfungen oder frische Nebel, die noch warm sind und infolgedessen höher aufsteigen, als die schon erkaltete Materie.[4])

---

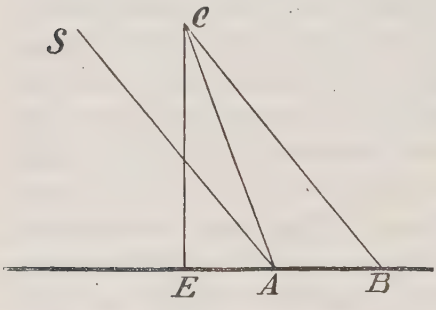
[1]) Ebd., 2. Bd., S. 212.

[2]) Ebd., 6. Bd., S. 153. Kepler fügt bei: „In indice „Erratorum" haec legimus: pro Nicaragua puto Castilia d'Oro aut Dariene legendum; auctore jam careo."

[3]) Auf diese angeführten Berichte bezieht sich Kepler auch in der Schrift über den Kometen (ebd., 7. Bd. S. 67) des Jahres 1607.

[4]) Ebd., 6. Bd., S. 153.

Keplers Methode der Höhenmessung gründet sich auf die Vorschrift des Arabers Alhazen (eigentlich Jbn Haitham), der zufolge man den Zeitpunkt genau bestimmen soll, in welchem ein im Horizont befindliches Wölkchen gerade noch von den letzten Sonnenstrahlen erleuchtet wird. Zur Messung von Wolkenhöhen wandte Kepler folgendes Verfahren an.[1])



Es sei in beistehender Figur C die Wolke, deren Schatten nach B geworfen wird; der Beobachter befinde sich in A; derselbe ermittelt zunächst den Winkel der Geraden AC mit dem Lote und visiert dann die Sonne an, denn für einen zweiten Beobachter in B würden Wolke und Sonne den gleichen Winkel bilden; ist nun noch die Strecke AB bekannt, so lässt sich die den beiden Dreiecken BCE und ACE gemeinsame Kathete CE, welche die Höhe der Wolke darstellt, berechnen.[2])

Die Astronomen beschreiten indessen noch einen anderen Weg, um die ersterwähnte Aufgabe zu lösen. Sie vergleichen nämlich die Grösse der astronomischen Refraktion eines Sternes, wenn er aufgeht, mit ihrem Betrage bei einer bestimmten Höhe über dem Horizonte. Da Kepler annahm, dass die Dichte der Luft durch ihre ganze Höhe gleichbleibe, und weiterhin der Ansicht war, dass eine scharfe Grenz-

[1]) S. Günther, Lehrbuch der Geophysik etc., 2. Bd., S. 85 f; derselbe, Geisteshelden, hrsgg. v. Bettelheim, 22. Bd., Kepler-Galilei, S. 48.

[2]) K. a. a. O. Es ist nämlich $\operatorname{tg} E C B = \frac{E B}{E C}$ (im $\triangle$ E B C)

$$\operatorname{tg} E C A = \frac{A E}{E C} \text{ (im } \triangle \text{ A C E)}$$

$$\operatorname{tg} E C B - \operatorname{tg} E C A = \frac{EB - AE}{EC} = \frac{AB}{EC} \text{ u. daher}$$

$$E C = \frac{AB}{\operatorname{tg} E C B - \operatorname{tg} E C A}.$$

fläche sie von dem Aether scheide, so ergab sich ihm auch auf diese Weise die Höhe der Atmosphäre gleich $\frac{1}{2}$ Meile.[1])

Die Lufthöhe ist indessen keineswegs konstant, sondern wechselt mit der nach Zeit und Ort verschiedenen Wärme und der grösseren oder geringeren Lichtmenge.[2]) Wärme und Licht bewirken, dass die Luft sich ausdehnt, während sie sich in der Finsternis und Kälte zusammenzieht. Der Grund dieses Verhaltens scheint die Lebenskraft zu sein, von welcher die Luft erfüllt ist; recht bezeichnend für diese Anschauungen Keplers sind die Worte, die wir in seinen Bemerkungen zur Schrift Plutarchs: „De Facie in orbe Lunae“[3]) finden: „Etiam aëris ipsius natura vegetabili facultate foecunda esse videtur, qua et lucem percipit, et ad eius praesentiam vel absentiam se, ut spongiosum et pressile corpus, vel contrahit vel dilatat.“ Kepler weist dann in dem Folgenden auf die dichten Nebel hin, welche nachts über den Feldern lagern, die sich aber bei nahendem Sonnenaufgang auflösen und in die Höhe steigen, obwohl morgens die Kälte meist grösser ist als des Nachts. In gleicher Weise scheint aber dem Mondlicht eine nebelzerstreuende Kraft eigen zu sein; die so verschiedenartige Lichtmenge, welche unser Trabant der Erde je nach seiner Phase zusendet, lässt auch einen wechselnden Einfluss auf die Lufthülle erwarten, und so wirft Kepler die Frage auf:[4]) „Quin et Lunae incrementa idem aër percipiat?“ ohne eine bestimmte Antwort darauf zu geben. Auch jene merkwürdigen Refraktionserscheinungen, welche die von der Amsterdamer Regierung im Jahre 1596 zur Aufsuchung einer nordöstlichen Durchfahrt ausgesandten Seefahrer bei ihrer Ueberwinterung auf Nowaja-Semlja wahrnahmen, muss man als Aeusserung einer unge-

---

[1]) K. O. O., 6. Bd., S. 149 f; Heller, Gesch. d. Physik, 1. Bd, S. 303; Rosenberger, Gesch. d. Physik, 2. Teil, S. 44.

[2]) K. O. O., 6. Bd., S. 153 f.

[3]) Ebd., 8. Bd., S. 118, Anm. 91.

[4]) A. a. O. S. 119.

wöhnlichen Verdichtung der Luft infolge der langandauernden Finsternis betrachten; denn drei Monate hindurch liess sich die Sonne nicht sehen.[1]) Welchen Grad der Verdichtung aber die Luft erreichen kann, wenn lange das Sonnenlicht fehlt, das zeigen jene unglaublich grossen Nebeltropfen, die ein Unbekannter in Grönland beobachtet haben will.[2]) So erklärt es sich also, wenn Kepler in einem Briefe an Fabricius,[3]) der die gegenteilige Ansicht aufstellen will, betont, dass in den südlichen warmen Ländern die Luftsäule höher ist als in den nördlichen kalten. Die steigende Wärme, die nach der Anschauung Keplers nur eine Folge des intensivsten Lichtes sein kann,[4]) verursacht aber nicht bloss eine Ausdehnung der Atmosphäre, sondern hat auch

---

[1]) Mit diesem unerklärlichen Phänomen beschäftigt sich Kepler wiederholt; so forscht er schon in seinem Briefe an Herwart vom 6. Aug. 1599 (Anschütz, Ungedruckte, wissensch. Korrespondenz, S. 54) nach den Gründen für die eigentümliche Erscheinung. Der Annahme Herwarts, der vorzeitige Sonnenaufgang finde seine Erklärung in einer falschen Führung der Schiffsjournale, kann er nicht beistimmen; er meint vielmehr, dass das Phänomen für einen Astronomen von Beruf, insbesondere wenn er aus der Schule Werners, Tychos, Mästlins hervorgegangen ist, nichts Auffälliges an sich habe; auch in Deutschland erscheine infolge der Strahlenbrechung in der Luft die Sonne vor dem Zeitpunkt des wahren Aufgangs; er fährt dann an jener Stelle fort: „Augetur haec causa pro climatum diversitate. Etenim norunt physici tenebris densari aërem, luce Solis rarefieri. Quare, quo tempore et loco nox est diuturna, densissimum aërem esse opportet: ideoque et frigus intensissimum, quia materia idonea est impressioni frigoris . . . Quibus positis haec sequuntur: primum post illam trimestrem noctem, sole nunquam orto, densissimum esse aërem et parallaxim maximam: at sub principium illius longae noctis non esse tantam densitatem, nec tantam parallaxim. Tertio, parallaxin paulatim variari et locum falsum verum mutari.“ Im folgenden weist Kepler noch auf die Angabe Mästlins hin, dass er in Tübingen beim Monde einmal eine Parallaxe von mehr als 2° bemerkt habe; nach diesem Berichte aber könne an jenem Phänomen nichts mehr wunderbar erscheinen.

[2]) Anschütz, a. a. O., S. 54; K. O. O., 2. Bd., S. 414.

[3]) K. O. O., 1. Bd., S. 347 f.

[4]) Ebd., 2. Bd., S. 143.

eine Vermehrung der Luft zur Folge; denn am Tage wird immer wieder der Stoff erzeugt, der sich während der Nacht infolge der Kälte in den höheren Regionen in Tau verwandelt; doch darin gibt Kepler dem Fabricius Recht, dass die Wärme auch eine Verdünnung und damit eine grössere Reinheit der Luft bewirke. Auch in den verschiedenen Jahreszeiten muss die Höhe der Luft infolge des Gegensatzes von winterlicher Kälte und sommerlicher Wärme Aenderungen erleiden. Dass dies in der That der Fall ist, zeigen uns, wie Kepler meint, die Dämmerungserscheinungen. „Diebus enim hibernis crepuscula sunt brevia, quia defectu caloris aër est humilis, aestivis contra sunt longa et pernoctia, quia caloris excessu aër est altior....[1]) Ja selbst in dem raschen Wechsel von Tag und Nacht macht sich der Einfluss der Wärme bemerkbar, und zwar schliesst dies Kepler aus dem Umstand, dass Tycho Brahe angibt, die Refraktionen der Sonne seien um ein geringes grösser als jene der Sterne; es scheint ihm dies eine Bestätigung seiner Ansicht zu sein, dass morgens bei Aufgang der Sonne die Lufthülle vermehrt und erhöht, nachts aber vermindert und herabgedrückt werde.[2]) Endlich geht aus den Refraktionen noch hervor, dass die Höhe der Atmosphäre an den Meeresorten gleichmässiger und grösser ist als in den Binnenländern; während nämlich die Grösse der Refraktion in den ozeanischen Gegenden konstant ist, setzt dieselbe uns manchmal in sehr hohen Gebirgsländern durch ihren aussergewöhnlichen Betrag in Erstaunen, manchmal aber tritt an denselben Orten fast gar keine Refraktion auf, besonders im Winter, wo ja die Luft infolge der Kälte und des Mangels an Licht sich zusammenzieht und verdichtet;[3]) wie gewaltige Felsen und Riffe ragen dann die höheren Berge über das Luftmeer

---

[1]) Ebd., 6. Bd., S. 156.

[2]) A. a. O., S. 154.

[3]) A. a. O., S. 154.

empor, während die niedrigeren Untiefen und Klippen in demselben bilden.[1]) Auf den Spitzen dieser Berge muss daher infolge des Mangels an Luft alles Leben ersterben, wie dies ja durch Aristoteles bezüglich des Olympus und durch Bodinus von den Bergen Perus berichtet wird.

In diesem Luftmeer, dessen Tiefe bald grösser, bald geringer ist, schweben nun die Wolken. Da sie von gleicher Natur sind, wie die Luft, nämlich aus Dampf (vapor) bestehen, so hängt es von dem Grad ihrer Verdichtung ab, in welcher Höhe sie sich befinden. Sind die Wolken schwerer als die Luft, wenn sie aus der Erde hervorgehen, so werden sie wie Nebel über der Erde lagern und nur durch ihre Masse ein wenig gehoben werden, um für ihre Ausbreitung Raum zu haben; sind sie aber leichter wie Luft, so werden sie in derselben aufsteigen wie eine lufterfüllte Blase im Wasser, und zwar bis zur Grenze der Luft, wenn nicht ein Wind sie nach einer bestimmten Richtung treibt; in diesem Falle kann sich daher die Luft niemals in grösserer Höhe befinden, als die in Ruhe verharrenden Wolken.[2]) Den Grund des Aufsteigens bildet die aus dem Erdinneren herrührende Wärme, welche die Materie des Dampfes ausdehnt, so dass sie leichter wird als die durchkältete, dichte Luft; der Rauch kann daher auch nicht höher steigen, als er von der schweren Luft getrieben wird; in einer bestimmten Höhe muss er sich schwebend erhalten, da auch auf ihn die Schwerkraft der Erde wirkt.[3])

Die Kälte aber, welche der Luft von Natur eigen ist, bewirkt allmählich die Kondensation des Dampfes, welcher die Wolken bildet, und so entstehen sowohl Tau als auch Regen. Wie Kepler sich die Bildung dieser Niederschläge vorstellt, erhellt aus der 70. Bemerkung zu seinem „Som-

---

[1]) Ebd., 2. Bd., S. 211.
[2]) Ebd., 1. Bd., S. 347.
[3]) Ebd., 3. Bd, S. 463.

nium Astronomicum": „.. Evaporationes continuae ex visceribus Terrae vel in pluvias vel per noctem absente Solis radio calido in rorem et pruinas coactae decidunt."[1]) Auf den Kreislauf des Wassers in der Natur, den er freilich auf einem den thatsächlichen Verhältnissen fast entgegengesetzten Wege erfolgen lässt, weist Kepler in seiner „Apologia" der Weltharmonie hin.[2]) Robert Fludd hatte gegen seine Aufstellungen geltend gemacht, dass sehr bald die Wassermassen des Meeres schwinden müssten, wenn von dort und nicht aus der Luft die Materie des Regens herrühre. Ihm erwidert Kepler, er habe bereits in seiner Optik dargethan, dass in einem einzigen Tropfen Wasser mehr Materie sei, als in dem weitesten Luftraum; daher könne der Regen nicht, wie es Fludd behaupte, sich aus der Kondensation der Luft, sondern nur aus der Zusammenziehung des noch die unterirdische Wärme in sich bergenden Dampfes zustande kommen.[3]) „Erat enim", fährt Kepler fort, „humor subterraneus et calore subterraneo ab anima Terrae concitato resolutus in vaporem exspiransque in frigidum aërem, continuo in formam aquae revertitur." Eingehend behandelt Kepler die Frage der Wolken- und Regenbildung in dem Briefwechsel mit dem Friesen Fabricius.[4]) Dieser findet es der Vernunft entsprechender, wenn die Dämpfe, aus denen die Wolken entstehen, in der Gegend der grossen Wasser-

---

[1]) Ebd., 8. Bd., S. 47, Anm. 70. Dass Kepler, obwohl er nach seinen Ausführungen sich über die Entstehung des Taues nicht recht klar war, doch eine ziemlich richtige Vorstellung von dem Vorgang hatte, geht aus der Erörterung der Frage hervor, warum der Marmor bei bevorstehendem Regen sich mit Wassertröpfchen beschlage. (K. O. O., 5. Bd., S. 433). Während Fludd den Vorgang der Auflösung gewisser Salzbestandteile des Marmors durch die Feuchtigkeit der Luft zuschreibt, sieht Kepler den Grund in einer Temperaturverschiedenheit; der feuchte und warme Dampf, der plötzlich auftritt, kondensiert sich bei der Berührung mit dem die Kälte länger bewahrenden Stein.

[2]) Ebd., 5. Bd., S. 433 f.

[3]) A. a. O.

[4]) K. O. O., 2. Bd., S. 413 f.

ansammlungen, also insbesondere auf dem Meere aufsteigen; es erscheint ihm dies natürlicher als die Herkunft aus dem sandigen, steinigen und harten Inneren der Berge und der Erde, und er weist demgemäss darauf hin, dass die Neigung zur Dampfbildung bei dem Wasser grösser ist als bei der Erde, was zu beobachten er ja täglich an der Seeküste Gelegenheit hatte. Mit der Annahme, dass das Meer den Stoff zu den Regen ausdampfe, sei es leicht zu erklären, wenn die „itineraria Indica" berichten, dass andauernde Regen in Küstengegenden häufiger seien als in Binnenländern. Diesen so richtigen und klaren Aufstellungen kann sich aber Kepler nicht anschliessen. In seinem Briefe vom 2. Dez. 1602 antwortet er ihm mit der Frage, wie man sich die Entstehung so vieler Flüsse in den Gebirgsgegenden und das Vorkommen von Seen auf den höchsten Gipfeln der Berge erklären könne, wenn man nicht an jenen Orten eine besonders starke Ausdünstung des im Erdinnern verdampften Meerwassers annehme. Jene Nebel, welche man über Gewässern, wie etwa der Moldau, bemerke, würden sehr rasch vertrieben, denn eine länger andauernde Refraktion durch sie sei nicht wahrzunehmen. Zudem möge Fabricius an Tycho Brahe denken, der gefunden habe, dass es in Hveen, das mitten im Sunde liege, meist heitereres Wetter sei als in Böhmen. Diesen Einwürfen begegnet Fabricius in seinem folgenden Briefe vom 11. Febr. 1603[1]) mit dem Hinweise auf die Winde, welche die Dünste nach anderen Gegenden wegführen, auch erfolgten während der Nacht Niederschläge derselben; er bequemt sich aber zu dem Zugeständnis, dass, wenn auch das Wasser zur Wolkenbildung geeigneter sei, als das Gebirgsland, doch letzteres von den Aspekten stärker erregt werde als ersteres, da die Strahlen der Sonne und der Gestirne in dem Erdboden fester haften als in dem Wasser. Kepler aber lässt sich in seiner Ansicht nicht be-

[1]) Ebd., 1. Bd., S. 327.

irren. Wenn die Berge steinig seien, entgegnet er,[1]) so müssten sie auch ihre Wärme in höherem Grade bewahren, und es sei daher auch die Ausdampfung eine sehr starke; ihr gegenüber komme die Verdunstung des Meeres infolge der Sonnenwärme nicht in Betracht, denn diese berühre nur die Oberfläche, während die Ausdampfungen aus den Bergen das Werk des ganzen Erdkörpers seien, der von seiner ihn allenthalben durchdringenden Wärme angetrieben werde. In diesen Vorgängen liege auch der natürliche Grund für die Beobachtung des Fabricius, dass die Wolken meist in gebirgigen Gegenden auftreten; ganz unglaublich aber sei es, dass Wolken Strecken von hunderten von Meilen zurücklegen sollten, um von der Küste in das Innere der Binnenländer zu gelangen. Mit Ironie weist er diesen Gedanken zurück, indem er fragt: „Dic ergo, quot dierum nubibus iter est ex Belgio in Sueviae montes? ergo et tam diu sitiendum Sueviae, donec haec hydria ex Belgio veniat?" Wie häufig sei es doch zu bemerken, dass die aus der Erde hervorbrechenden Dämpfe innerhalb einer Stunde als Wasser wieder zu Boden fallen.

Die andere Form des Niederschlags, den Schneefall, behandelt Kepler in einer kleinen, 24 Quartseiten umfassenden Schrift, welche den Titel: „Strena seu de nive sexangula" führt.[2]) Sie ist dem kaiserlichen Rat Joh. Matthäus Wackher von Wackenfels, einem seiner Gönner, gewidmet. Eine scherzhafte Einleitung führt zu dem Gegenstand der Untersuchung: Ueber „Nichts" will Kepler schreiben, da er weiss, dass die Gabe seinem Gönner umso wertvoller und lieber ist, je mehr sie dem „Nichts" gleicht. Während er nun in der Natur Umschau hält und nirgends einen geeigneten und der Behandlung würdigen Gegenstand

---

[1]) A. a. O.

[2]) Frankfurt a. M. 1611. K. O. O., 7. Bd., S. 717 ff.; Reuschle, Kepler u. d. Astronomie, S. 117.

findet, fallen einige Schneeflocken auf seine Kleider. Freudig erregt, durch Zufall der Verlegenheit enthoben zu sein, ruft er aus: „Eia me Hercule rem quavis gutta minorem, figuratam tamen, eia strenam exoptatissimam Nihil amanti, et dignam quam det mathematicus, Nihil habens, Nihil accipiens, quia et de coelo descendit et stellarum gerit similitudinem. . .“ Aber sein Gegenstand hat doch einen merkwürdigen Namen: „Nam sia Germano quaeras, nix quid sit, respondebit Nihil, siquidem Latine possit.“ Mit dem Rate, aufmerksam den Darlegungen zu folgen, damit der Leser nicht am Ende vor dem „Nichts“ stehe, geht er zur Erörterung der Frage über, warum der Schnee meist die Gestalt eines sechseckigen Sternes aufweise.[1]) Leicht zu erklären sei die Entstehung der anderen Form, die wir beim Schnee zuweilen wahrnehmen; manchmal finden wir nämlich kleine Kügelchen, die rings von feinen Strahlen in unbestimmter Zahl umgeben sind.[2]) Der Schnee bildet sich ja ebenfalls durch die Kondensation des Dampfes, der eine gewisse Wärme aus dem Erdinnern mit sich bringt; hat sich dieselbe schon fast ganz verloren und ist der Dampf schon teilweise zu Wasser verdichtet, so bewirkt die Kälte das Gefrieren zu kleinen Kügelchen; indem immer neuer Dampf zuströmt, bilden sich ähnlich wie beim Reif jene Streifen und Strahlen. Aber welche Kraft bringt jene hexagonalen Sterne hervor? In der Materie kann sie nicht liegen, denn der Dampf hat keine bestimmte Form, sondern ist eine gestaltlose, zusammenhängende und gleichsam fliessende Masse.[3]) Wenn wir nach äusseren Ursachen für die merkwürdige Gestalt forschen, so könnten wir zunächst an die Kälte denken, welche die Kondensation und dabei den Uebergang in die Figur eines Sternes bewirken würde. Die Bildung jener anderen Form des Schnees und

[1]) K. O. O., 7. Bd., S. 718.

[2]) A. a. O., S. 728; Günther, Lehrbuch der Geophysik etc., 2. Bd., S. 79.

[3]) K. O. O., 7. Bd., S. 719.

des Reifes können wir wohl aus dem Gegensatze von Wärme und Kälte verstehen, wie aber dabei ein regelmässiges Sechseck sich ergeben könne, ist nicht ersichtlich.[1]) Es muss also ein Grund im Innern des Dampfes wirksam oder auf irgend eine Weise mit seiner Natur verbunden sein.[2]) Wir können uns darüber nicht wundern, wenn Kepler schliesslich, nachdem alle anderen Versuche, die Entstehung der Sternform zu erklären, misslungen sind, die alles gestaltende Erdseele zu Hilfe ruft. Die Kraft, welche den Bau der Pflanzen nach bestimmten Gesetzen regelt und regelmässige Krystalle erzeugt, ist auch hier in Thätigkeit.[3]) Mit Unrecht wende man ein, dass die Natur in diesem Falle mit der bestimmten Form keinen Zweck verfolge und es auch als lächerlich erscheinen müsse, in jedem Schneesternchen eine Seele anzunehmen; dem einen Einwurf gegenüber macht Kepler geltend, dass die formende Kraft auch die Gesetze der Schönheit befolge; den andern beseitigt er mit dem Hinweise auf die schöpfende Kraft der Erdseele, die zwar ihrem Wesen nach durchaus einheitlich sei, aber sich in die einzelnen Körper verteile und je nach der Natur der Materie derselben ganz verschiedenartige Werke erzeuge. So können wir es auch als gar nicht merkwürdig betrachten, dass der Schnee nach einem sechsseitigen rhombischen System krystallisiert; bei einer anderen Art der Feuchtigkeit kommt eben eine andere Gestalt zustande, was wir in der Natur ja öfters wahrnehmen können, denn die bildende Kraft der Erde wendet bei ihren Schöpfungen die ganze Geometrie an.[4]) Eine wirkliche Lösung des Problems aber hält Kepler nur mit Hilfe der Chemie und der mit ihr zusammenhängenden Lehre von der Krystallisation für möglich, ihr könne es vielleicht gelingen, Klarheit darüber zu verschaffen: „an in nive sit ali-

[1]) A. a. O., S. 723.
[2]) A. a. O., S. 724.
[3]) A. a. O., S. 728.
[4]) A. a. O., S. 730.

quid salis, et quodnam salis genus, et quam illud alias induat figuram."[1]) Ein positives Ergebnis zeitigte, wie aus diesem kurzen Ueberblick hervorgeht, die Untersuchung Keplers nicht, doch dürfte das Urteil Hellers,[2]) der sie als einen gelehrten Neujahrsscherz bezeichnet, zu schroff sein; Kepler meinte es ernst mit der Arbeit, und es bleibt, wie Günther[3]) bemerkt, der, wenn auch nur flüchtig hingeworfene Aufsatz immerhin lesenswert; denn dass seine Untersuchungen zu keinem Ergebnis führten, kann uns nicht wundern, wenn wir bedenken, dass wir auch heute, nach nahezu vier Jahrhunderten, trotz der Entwicklung der Physik und der Ausbildung einer eigenen Krystallisationslehre auf seine Frage: „cur autem sexangula?" noch keine befriedigende Antwort zu geben vermögen.

Gelegentlich berührt Kepler in einem Briefe vom 11. Okt. 1605[4]) auch die Frage der Entstehung des Hagels. Er geht davon aus, dass der Dampf um so rascher in die Höhe steige, je wärmer er ist; überschreitet er in diesem Falle die Grenzfläche der Luft, so gelangt er, wenigstens mit der oberen Hälfte in den Raum des kalten Aethers;[5])

---

[1]) Reuschle, Kepler u. d. Astronomie, S. 83. Vgl. Hellmann, Schneekrystalle, S. 12 u. 49.

[2]) Aug. Heller, Gesch. d. Physik, S. 290.

[3]) S. Günther, Geisteshelden, hrsg. v. Bettelheim, 22. Bd., Kepler-Galilei, S. 49. Für das Folgende vgl.: Hellmann, Schneekrystalle, S. 47. Dass im Uebrigen diese Arbeit Keplers von seinen gelehrten Zeitgenossen wohl beachtet wurde, zeigt Hellmann a. a. O., S. 50, Anm. 5.

[4]) K. O. O., 2. Bd., S. 100.

[5]) Kepler hatte die richtige Anschauung, dass die Wärme mit zunehmender Höhe abnehme und dass im Weltenraum Kälte herrsche; im „Somnium Astronomicum" (K. O. O., 8. Bd., S. 47, Anm. 70) sagt er: „Aura aetherea Solis radio destituta frigida est privatione caloris". Der Grund liegt für Kepler darin, dass jede Materie, wie er an Röslin schreibt (Ebd., 1. Bd., S. 541), „sofern sie von keiner Seel informiert oder ausgeheckt ist, actu et potentia kalt, tod und schwer ist." An mehreren Stellen (ebd., 2. Bd., S. 207, 1. Bd., S. 315, S. 334 u. s. w.) wendet er sich gegen die Ansicht des Aristoteles u. Zaborella (ebd., 1. Bd., S. 614), die Luft sei an sich warm; ihnen hält er entgegen, dass

infolge der Kälte tritt nun eine Verdichtung ein, und dieser kondensierte Dampf hindert die Sonnenstrahlen und die ihnen eigene Wärme in das Innere der Dampfmasse einzudringen. Während also die oberen Teile derselben Wasser werden, müssen die inneren Teile infolge des Mangels an jeder Wärme gefrieren, so dass nun, wie dies immer der Fall ist, Hagel vermischt mit Wasser fällt.

Alle Erscheinungen der Natur, die wir bisher dargestellt haben, wie Tau, Nebel, Wolken, Regen, Hagel sind bei Kepler Folgen der Kondensation des aus den Bergen hervorströmenden Dampfes. Mit Recht vermuten wir daher, dass er konsequenterweise auch das Entstehen der Winde zu diesen Ausdampfungen der Erde in Beziehung bringen werde. Wie Kepler sich den Vorgang denkt, geht aus folgender Stelle seiner „Paralipomena in Vitellionem“[1]) hervor: „Fluida est aëris materia, quod ventorum ratio arguit, qui sunt mea sententia nihil aliud quam ebullitio copiosa ex montibus altissimis, unde suapte natura ima rursum petens materia (quod non est alienum ab Aristotele) circulo circumfunditur montem existitque ex prima impulsione circulus alius ex alio, ut et in aquis stagnantibus.“ Das Wehen der Winde besteht also in einem Strömen der Luft, vergleichbar der Fortbewegung des Wassers; nur erfolgt sie bei ersteren nicht in gerader Linie, sondern in kreisförmigen Wellen. Den Anstoss zu denselben geben die Ausdünstungen aus den höchsten Bergen in die Region des Aethers; da die Luft im Vergleiche mit dem Aether schwer ist, so muss sie infolge ihres Gewichtes und unter dem Einflusse der umgebenden Kälte von dem Gipfel aus auf allen Seiten nach unten

---

sie sofort in ihren natürlichen Zustand zurückgekehrt und erkaltet, wenn sie nicht beständig erwärmt wird (ebd., 1. Bd., S. 421). Das gleiche gilt für den Aether, der ja so fein ist, dass die Sonnenstrahlen auf ihn nicht wirken. Für diese Auffassung tritt Kepler auch in der Streitschrift gegen Philipp Feselius (ebd., 1. Bd., S. 643 f.) ein.

[1]) K. O. O., 2. Bd., S. 207, Prop. XI.

fliessen; in unendlichen kreisförmigen Wellen pflanzt sich diese Bewegung fort, wobei wie in einem Wasser, dessen ruhige Oberfläche durch einen hineingeworfenen Stein getrübt wurde, die letzten Wellen auch immer die schwächsten sind.[1]) Aus dieser Erklärung ergibt sich auch, dass die Winde nicht in Regionen über den Gipfeln der bedeutendsten Berge auftreten können, wie dies auch Kepler nach dem Vorgange des Aristoteles in seiner Schrift: „Tychonis Hyperaspistes" ausspricht.[2]) Bei der aufgestellten Theorie wird es Kepler auch nicht schwer, den Grund für die Erscheinung zu finden, dass die Winde selten allein auftreten, sondern meist mit Regengüssen verbunden sind oder doch diesen vorangehen.[3]) Diese Frage, welche Kepler schon früher verschiedenemale berührt hatte, wirft er von neuem in seinen Ephemeriden zum Jahre 1627 auf; nach der Antwort, welche er daselbst gibt, verteilen sich die ersten Ausdünstungen der Erde in der Gestalt von Winden, die Masse der nachfolgenden aber verdichtet sich in Wassertropfen; doch kann er dies nur als Grund für die lange vor dem Regen auftretenden Winde betrachten, während es ihm zur Erklärung der Winde unzureichend erscheint, welche kurz vor Eintritt des Niederschlags oder während desselben wehen; diese Schwierigkeiten beseitigt er durch die Annahme, dass der im Regen verdichtete Dampf bei seinem Falle die Luft zum Ausweichen zwinge und so die Bewegung derselben hervorrufe.[4]) Ausdünstungen aus den Bergen und Regen sind aber nicht die einzigen Ursachen, welche Winde erzeugen können.

---

[1]) Ebd., 1. Bd, S. 326. Kepler entwickelt dies in dem schon mehrfach erwähnten Briefe an Fabricius vom 4. Juli 1603. Noch an mehreren anderen Stellen bedient sich Kepler fast der gleichen Worte wie in diesem Briefe; so z. B. auch in seinen Ephemeriden zum Jahre 1617 (ebd., 7. Bd., S. 620.)

[2]) Ebd., 7. Bd., S. 222. Vgl. S. 35.

[3]) Ebd., 1. Bd., S. 172.

[4]) Ebd, 7. Bd, S. 644.

In einer der Anmerkungen[1]), die er 25 Jahre nach dem Erscheinen seines Jugendwerkes „Mysterium Cosmographicum" einer zweiten Ausgabe derselben im Jahre 1621 beigab, sagte er: „Ventus ab omnibus promiscue causis vel investigationibus naturae concitari potest."

Solche Ursachen ausser den erwähnten sind noch die Schneeschmelze auf den Bergeshöhen, die Verdichtung von Dämpfen in Wassertropfen, das Zurückweichen der warmen Dünste vor der Kälte des Aethers und der Verlust der ihnen eigenen Wärme. Mit Unrecht aber schreibt man, wie dies Kepler selbst in seinem Jugendwerke im Anschluss an den damals allgemein herrschenden Glauben that,[2]) den Planeten und insbesondere dem Merkur die Erregung der Winde zu. Als Fabricius sich an Kepler mit der Frage nach den Ursachen der Winde wandte und ihn um Aufklärung bat, welche Rolle bei der Entstehung derselben die Gestirne spielten,[3]) da gab ihm Kepler in dem Briefe vom 11. Okt. 1605[4]) folgende mit seinen allgemeinen Ansichten über die Astrometeorologie vollständig in Einklang stehende Antwort: „Impossibile est ex coelo praedicere ventos, nisi annuos, non prius cognita interna qualitate quarumlibet terrarum, ut sciamus, quo tempore quilibet tractus abundet humore. Tu vero quaeris etiamnum cum vulgaribus astrologis, an certi planetae certorum sint ventorum motores, quasi influxus planetarum tam sint particulares et curam agant distinctarum Terrae partium. . . . Ego in sententia maneo, in Tellure esse facultatem aspectuum perceptricem, et quoties

---

[1]) Ebd, 1. Bd., S. 172, Anm. c.

[2]) Kepler glaubte (ebd., 1. Bd., S. 171) eine so regelmässige Differenz von mehreren Tagen zwischen den astrologischen Angaben und den thatsächlichen Verhältnissen zu bemerken, dass er mit Berücksichtigung dieser Abweichung genauere Aufstellungen für möglich hielt.

[3]) Ebd., 1. Bd., S. 352.

[4]) Ebd., 1. Bd., S. 355. Günther, J. Kepler u. d. tellur.-kosm. Magnetismus, S. 48 f.

incidunt aspectus, naturaliter instigari hanc ad exsudandum id quod habet, qua parte habet. Sudorem pluvia ejus loci, pluviam venti circumcirca sequuntur, ventos circumjacentium regionum tempestates.“ Vorgänge auf der Erdoberfläche also, nicht das Wirken der Gestirne rufen die Winde hervor; der Fortschritt in der Auffassung meteorologischer Vorgänge, den Kepler hier wie auch durch andere, schon früher angeführte Ausführungen anbahnt, findet bei Günther[1]) mit folgenden Worten Würdigung: „Die Möglichkeit, mittelst rein tellurischer Faktoren eine Witterungsprognose zu stellen, lag für das beginnende XVII. Jahrhundert gänzlich ausserhalb des Gedankenbereichs; desto höher müssen wir Keplers Unbefangenheit veranschlagen, welche ihn einen erkennbaren Einfluss der Gestirne zurückweisen lässt. Nur der einzige Tycho Brahe hat sich wie Kepler von astro-meteorologischen Träumereien freizuhalten gewusst.“ Kepler ist im übrigen sich sehr wohl darüber klar, dass sein Wissen von den Winden noch ein sehr dürftiges ist. Mit welchem Rechte man ihn aber neben Bacon als Vater der induktiven Forschungsmethode betrachten darf,[2]) zeigt sich auch bei dieser Gelegenheit in seinen wiederholten Aufforderungen, Fabricius möge fleissig Beobachtungen anstellen und diese ihm übermitteln; denn nur auf Grund derselben könne man allmählich zu einer richtigen Auffassung gelangen; so schreibt er mit Beziehung auf die Winde am 2. Dez. 1602:[3]) „Magna videtur in hac doctrina etiamnum obscuritas et incertitudo, tollenda creberrimis experimentis totius orbis. Tu igitur in collectionem enitere.“ Welch' grosse Hoffnungen aber Kepler auf ein umfangreiches Beobachtungsmaterial setzt, spricht er am 4. Juli 1603 in einem folgenden Briefe an seinen dänischen Freund aus: „Si quis mihi consignaret omnia observabilia, ventorum plagas, facile confingerem hypotheses, juncta astro-

[1]) Günther, a. a. O., S. 48, Anm. 6.
[2]) Reitlinger, J. Kepler, 1. Teil, S. 1.
[3]) K. O. O., 1. Bd., S. 321.

nomiae cosmographia."[1]) Um darzuthun, dass das Bemühen einer gewissen Gesetzmässigkeit nachzuspüren, nicht aussichtslos wäre, weist er noch auf die regelmässigen Windverhältnisse in Griechenland hin. Getragen von der Erkenntnis, dass nur durch Beobachtung eine Vermehrung unseres Wissens in diesem schwierigen Gebiete erreicht werden kann, bringt er einschlägigen Fragen ein stetes Interesse entgegen, und in den Briefen an Fabricius finden wir manche seiner einzelnen Wahrnehmungen verzeichnet; doch will er durch diese Mitteilungen seinem Freunde nur die Anregung geben, jenen Vorgängen eine fortgesetzte Aufmerksamkeit zu widmen, denn er fühlt, dass die Zeit für solche Aufstellungen noch nicht reif ist: „Adhuc quidem somnio, poterit hoc excoli alio tempore."[2]) Bei seinem Versuche, jene Beobachtungen zu sammeln, welche als gesichert erscheinen können, hebt er mit Recht hervor,[3]) dass die Westwinde fast in ganz Europa Regen bringen, während die Ostwinde meist heiteres Wetter zur Folge haben; zur Erklärung stellt er den allgemeinen Satz auf: Winde, die in der Nähe entstehen, bringen Regen, kommen sie aus der Ferne, so hellen sie auf;[4]) dass die Ostwinde aber in der Ferne entstehen, geht daraus hervor, dass sie leicht sind und gleichsam aufsteigen, denn sie wehen in fast ganz Europa und in Amerika aus nieder gelegenen Orten nach höheren; während wir umgekehrt bei den Westwinden aus ihrer Schwere und dem Wehen aus höheren Regionen nach tiefer gelegenen auf ihre Herkunft aus der Nähe schliessen dürfen, denn das Schwere und abwärts Fliessende kann keine weiten Strecken zurückgelegt haben. Entgegengesetzte Verhältnisse treten aber in Lusitanien auf; dort müssen nämlich die Westwinde aufheitern, da die grossen Ströme nach Westen fliessen und

[1]) A. a. O., S. 339.
[2]) A. a. O., S. 355.
[3]) A. a. O., S. 355.
[4]) A. a. O.

also die westlichen Teile des Landes tiefer liegen. Weiterhin macht Kepler darauf aufmerksam, dass mit den Nordwinden, die in gewissem Sinne zu den Binnenländern emporsteigen, heiteres Wetter verbunden ist. In diesen Anschauungen Keplers liegt manches Richtige, und eine Verbindung seiner Gedanken mit den oben von ihm zurückgewiesenen Darlegungen des Fabricius hätte ihn zu einer ganz entsprechenden Theorie der Luftströmungen führen müssen; aber seine Vorstellung von der Thätigkeit der Erdseele hinderte ihn den entscheidenden Schritt zu thun und den natürlichen Grund für die Trockenheit der aus der Ferne wehenden Ostwinde und für die Feuchtigkeit der aus der Nähe kommenden Westwinde zu suchen. Auch den Gebirgen kommt hinsichtlich der Erregung der Winde eine hohe Bedeutung zu, indem insbesondere die auf den Gipfeln der Berge lagernden Schneemassen kalte Luftströmungen hervorrufen;[1]) zur Erhärtung seiner Aufstellung weist Kepler auf die Winde hin, die von den Höhen Amerikas und von den „Mondbergen" Afrikas ausgehen; er führt die Etesien in Griechenland auf das Rhodopegebirge Thraziens und die Winde in den Ebenen Ungarns auf die schneebedeckten Berge Steiermarks zurück; in gleicher Weise sucht er den Entstehungsort der kalten Winde im Sommer des Jahres 1603 in den Apenninen und den schneereichen Alpen. Auch in dem schon erwähnten Briefe vom 4. Juli 1603 hatte Kepler auf verschiedene Fragen des Fabricius, welche Einzelheiten betreffen, antworten müssen. Fabricius wünscht zu wissen, warum in südlichen Gegenden oft eine grössere Kälte herrsche als an seinem Aufenthaltsorte; warum dort der Schneefall reichlicher sei als in seiner Heimat und warum der Nordostwind grössere Kälte mit sich bringe als der Boreas und Eurus.[2]) Kepler[3]) findet für die erste Erscheinung den Grund in der

[1]) A. a. O., S. 355, S. 649.
[2]) A. a. O., S. 324, S. 326.
[3]) A. a. O., S. 326.

höheren Lage Deutschlands, wodurch es sich näher der Region der kälteren Luft befindet als jene tiefer gelegenen Seeorte, wo zudem das Meer der Kälte entgegen wirke; da weiterhin unser Vaterland sehr gebirgig ist, so treten heftige Ausdünstungen und damit auch grosse Schneemassen auf; den mildernden Einfluss des Meeres scheint Kepler auch hervorzuheben, wenn er die Lauheit des Boreas seinem Wehen über die Mitte des Meeres zwischen Britannien und Skandinavien zuschreibt. Durch Fabricius wird die Aufmerksamkeit Keplers auch auf den regelmässigen Wechsel zwischen Regen- und Trockenperiode in den Gegenden nördlich und südlich des Aequators gelenkt.[1]) Eine bestimmte Erklärung für diese Verhältnisse vermissen wir jedoch bei ihm; er betrachtet die Trockenperioden als den Sommer jener Gegenden, und wie es bei uns in dieser Jahreszeit nicht schneit, aber warme Tage mit kalten wechseln, so werden auch dort zwar keine Regengüsse, aber doch an den Tagen der Aspekte kleine Wolken auftreten. Die immer mit heiterem Wetter verbundenen Winde in jenen Gegenden kommen zwar aus den Bergen, aber vielleicht wehen sie aus einem anderen Kontinente; als Dauerwinde erscheinen sie, weil die Berge, die an diesen Orten die Nähe der Sonne stärker fühlen, anhaltend thätig sind; nicht ausgeschlossen ist es, dass es auch in der nächsten Umgebung dieser Höhen regnet, doch erfolgen die Niederschläge sehr rasch. Jener regelmässige Wechsel habe nichts Wunderbares an sich, wenn wir Griechenland betrachten, in dem wir ähnliche Verhältnisse treffen; als eine Folge der Ausdehnung und der zahlreichen Gebirge betrachtet es Kepler, wenn in Deutschland periodische Winde weniger ausgeprägt auftreten. Wie wir sehen, unterschätzt Kepler keineswegs den grossen Einfluss, den die verschiedenartige Natur der Winde auf die Witterungszustände eines Landes ausübt; er beobachtet, dass je

[1]) A. a. O., S. 339.

nach dem Orte ihrer Entstehung und der Natur der Gegenden, durch welche sie wehen, ihre Wirkung eine ganz verschiedene ist.

Auch scheint es von der Richtung, aus welcher die Winde wehen, abzuhängen, ob sie als warme oder kalte Winde empfunden werden; daraus erklärt sich Kepler die merkwürdige Erscheinung, dass der Winter 1604/5 in Deutschland sehr mild, in Italien und Spanien aber seit Menschengedenken der kälteste war: In den Alpen traten nämlich in jener Zeit fortwährende Aushauchungen auf, die nach allen Seiten hin strömten; für die Italiener kamen sie von Norden und brachten daher Kälte mit sich, die um so fühlbarer wurde, je grössere Strecken die Dämpfe zurückgelegt und je mehr Wärme sie auf diesem Wege eingebüsst hatten; in Deutschland aber wehten von den Alpen her Südwinde, die in den nördlichen kälteren Gegenden das Gefühl der Wärme hervorriefen. Doch gibt Kepler auch die Möglichkeit zu, dass die Ausdünstungen in Deutschland selbst erfolgten und dann bei der Bewegung nach Italien ihre aus dem Erdinnern stammende Wärme verloren.[1]) In südlichen Ländern wird, wie dies überhaupt der Fall ist, die Kälte und Wärme durch die Feinheit der Luft und die Winde noch gesteigert. Von letzteren rührt die trotz der dicken Atmosphäre milde Kälte Englands. Jene klare Luft und die grössere Hitze in Peru aber ist eine Folge des höheren Sonnenstandes, welche mehr vermag als unsere Länge des Tages.[2])

Während aber Kepler diese Fragen nur gelegentlich, auf Anregung des Fabricius, behandelt, bespricht er mit grösserer Ausführlichkeit im 2. Buche seines Werkes „Epitomes Astronomiae“[3]) die Benennungen der Winde: Wie wir dies häufig bei Kepler treffen, gibt er zunächst einen kleinen

---

[1]) Ebd., 2. Bd., S. 720.
[2]) Ebd., 1. Bd., S. 339.
[3]) Ebd., 6. Bd., S. 206 ff.

geschichtlichen Ueberblick, dem wir folgendes entnehmen: In den ältesten Zeiten kannte man nur die vier Kardinalpunkte des Horizonts und dementsprechend finden wir bei Homer nur 4 Winde: den Eurus als Ost-, den Zephyrus als West-, den Boreas als Nord- und den Notus als Südwind. Die Griechen der späteren Zeit, welche kundigere Seefahrer waren, teilten die Ost- und Westseite des Gesichtskreises dreifach, indem sie neben den feststehenden beiden Himmelsrichtungen noch die Orte des Sonnenaufgangs und -niedergangs fixierten und vervollständigten dann die Windrose, indem sie auch den nördlichen und südlichen Teil des Horizontes dreifach teilten; so ergaben sich 12 Winde, die sie nach den Ländern bezeichneten, aus denen sie wehten. Auf solche Weise entstanden Windbenennungen wie Phoenix, Africus, Lips, Thrascias, Hellespontius, Olympias, Strymonia, Japix. Vitruv verdoppelte ihre Zahl, so dass man nun 24 Winde unterschied. Doch erwiesen sich begreiflicherweise diese Bezeichnungen, die lokalen Ursprungs waren, bei weiterer Ausdehnung der Seefahrt auf das offene Weltmeer nicht mehr als zweckmässig, so dass die neue Einteilung der Windrose, welche von den Germanen ausging, rasch bei den übrigen Nationen, den Seefahrern Italiens, Galliens, Spaniens und den (modernen) lateinischen Schriftstellern jener Zeit unter Anschluss an die alten Benennungen so viel als möglich Nachahmung fand, wobei man freilich nicht mit gleichem Glück verfuhr. Kepler erörtert dann weiter, wie man aus dem Gesichtskreise, in dem die 4 Kardinalpunkte festgesetzt sind, durch Teilung in 8, 16 und 32 gleiche Teile die auch heute noch giltige Windrose erhält; wie einfach und systematisch die neue Art der Bezeichnung aber ist, bringt er durch die beigegebenen Tabellen zum Ausdruck, indem er die Nomenclatur der 32 Winde bei den Germanen, Italikern, den Römern und den Griechen nebeneinanderstellt.[1])

[1]) A. a. O., S. 208.

Mit der bisherigen Darstellung sind indessen die Anschauungen Keplers über die Bewegungsvorgänge in der Atmosphäre nicht erschöpft; in seinem Werke „Paralipomena ad Vitellionem“ finden wir einen Hinweis, dass er auch an die Entstehung von Luftströmungen durch Ausgleich der unterschiedlichen Dichte in den einzelnen Gegenden dachte. Bei der Besprechung der Höhe der Atmosphäre ist schon darauf hingewiesen worden, dass Kepler eine Erhöhung und Ausdehnung der Luft durch die Wärme, eine Verdichtung und Erniedrigung der Luftsäule durch die Kälte annahm; aus diesen Verhältnissen ergibt sich nun für ihn in den unteren Regionen ein Strömen der kalten Luft nach Süden und umgekehrt in den oberen eine Bewegung der warmen nach Norden. An oben angegebener Stelle[1]) hat er nun, zunächst freilich mit Beziehung auf Rhodus und Aegypten, das Wesen dieser auf Dichteausgleich beruhenden Windströmungen, welche sich mit unseren Passatwinden vergleichen lassen, mit folgenden Worten gekennzeichnet: „Vicissim cum frigus condenset, calor extenuet et sit in illis climatibus calor major, tenuior etiam erit aër, qui succedente ex aquilone densiore et graviore pellitur in altum, et supra, qua fastigiatur, sese didit vicissimque boream petit, in decliviorem aëris superficiem sese infundens.“ Ja, er stellt sich bei dieser Gelegenheit die Frage, ob dies nicht der Ursprung der Etesien sei, ohne jedoch dieselbe zu beantworten. Wenn auch mit Rücksicht auf den Gegensatz von Wärme und Kälte, von Wasser und Land Dichteunterschiede in den einzelnen Gegenden entstehen, so sind diese doch nach der Ansicht Keplers nicht von langer Dauer, da infolge des beständigen Wehens der Winde eine fortwährende Vermischung unserer Luft mit der südlichen und umgekehrt dieser mit der nördlichen stattfindet. Die Luft in Europa, folgert Kepler, kann sich daher hinsichtlich ihrer Dichte nicht wesentlich von jener in Aegyp-

[1]) Ebd., 2. Bd., S. 218.

ten und Rhodus unterscheiden: daraus ergibt sich aber, schliesst er weiter, dass die Lufthülle die Erde kugelförmig umschliessen müsse.[1]) Ganz in der gleichen Weise beantwortet er die Frage nach der Gestalt der Lufthülle, wenn ihre Lagerung nicht durch Stürme gestört ist, in seinem Werke „Epitome Astronomiae“ mit folgenden Worten:[2]) „Terminatur aër multo perfectius quam oceanus superficie sphaerica.“

Es erübrigt noch, die Ansichten Keplers über die in der Atmosphäre auftretenden optischen Erscheinungen zu verfolgen; indessen können wir uns bei vielen derselben kurz fassen, da ein grosser Teil von ihnen astronomischer oder physikalischer Natur ist und auch Keplers Leistungen auf diesem Gebiete, soweit ihnen überhaupt grössere Bedeutung zukommt, schon mannigfache Würdigung erfahren haben.[3])

Bei der Besprechung des Gegensatzes von Luft und Aether wirft Kepler auch die Frage nach dem Entstehen der Himmelsbläue auf; die Lösung dieses Problems, welche erst in unserer Zeit durch die Theorie des Lord Rayleigh[4]) erbracht wurde, konnte Kepler nach dem Stande des damaligen Wissens in der Optik, als deren eigentlicher Begründer er ja selbst betrachtet werden muss,[5]) unmöglich gelingen. Er sucht den Grund für die Erscheinung nicht wie Feselius in dem Himmelsraum, der ja von dem farblosen Aether erfüllt ist, sondern in der natürlichen blauen Farbe, welche der Luft zukommt und unter der Einwirkung der

[1]) A. a. O., S. 207.

[2]) Ebd., 6. Bd., S. 147.

[3]) Vgl. Poggendorff, Gesch. d. Physik, S. 167 ff.; F. Rosenberger, Gesch. d. Physik, S. 22 ff.; Heller, Gesch. d. Physik, 1. Bd., S. 303.

[4]) Günther, Lehrbuch d. Geophysik, 2. Aufl., 2. Bd., S. 100.

[5]) Poggendorff, Gesch. d. Phys., S. 167; S. Günther in d. Allg. D. Biogr., 15. Bd., S. 616 f.

Sonnenstrahlen bemerkbar wird.[1]) Als Beweis für diese Annahme stellt er die Beobachtung hin, dass entlegene Berge sich uns mit blauer Farbe darstellen, die um so gesättigter und dunkler wird, je weiter man sich von ihnen entfernt, da eben in diesem Falle eine immer grössere Menge Luft sich zwischen unserem Auge und dem Gegenstand befindet und damit die Farbe an Intensität zunimmt. In der Schrift „Tertius Interveniens“[2]) führt Kepler zur Bestätigung seiner Erklärung noch an, dass der Himmel nicht zu allen Stunden des Tages blau erscheine, sondern meist nur morgens und abends, und dass auch manchmal in bestimmten Zeiten die blaue Farbe viel stärker auftrete als es gewöhnlich der Fall ist: nämlich wenn die Sonne etwas bleich und die Luft kühl ist, was eine Verdichtung der Materie bewirkt, von der die blaue Farbe herrührt. Diese Erklärungen gibt Kepler in der obengenannten Schrift, die 1610 zu Frankfurt erschien, und wiederholt sie in dem Werke „Epitome Atstronomiae“ vom Jahre 1618. Die frühere Theorie, die er in einem Brief an Fabricius am 2. Dez. 1602 entwickelt hatte, scheint er vollständig aufgegeben zu haben. Fabricius richtete nämlich in einer Nachschrift an ihn die Frage, ob die blaue Farbe dem Himmel oder dem Auge eigen sei; seiner Ansicht nach komme sie dem Himmel zu. Kepler antwortete: „Neutrum probo. Neque coeli est neque oculi. Nam vel hoc vel illo modo ut die et nocte aequaliter cerneretur, ubi nulla lux sed immanis aëris profunditas niger color oculis objicitur. At ubi profundum illud nigrum tenui luce pingitur, ex albi et nigri mixtione in aëre fit caeruleus, oculo ob peristasin claritudinis eximiae interdiu adsueto.“[3]) Diesem Erklärungsversuch kann eine gewisse Aehnlichkeit mit der Hypothese Lionardo da Vincis, die auch von Goethe wieder aufge-

---

[1]) K. O. O., 6. Bd., S. 146.
[2]) Ebd., 1. Bd., S. 588 f, Thes. 49; vgl. ebd., 2. Bd., S. 292.
[3]) Ebd., 2. Bd., S. 95.

nommen wurde,[1]) nicht abgesprochen werden. Die blaue Farbe, welche Kepler nach den gegebenen Belegen in späterer Zeit für die Luft annimmt, verschwindet bei stärkerer Beleuchtung durch die Sonne. In der 1604 herausgegebenen Schrift „Paralipomena ad Vitellionem" forscht er in einer Beifügung zur XXIII. These[2]) nach dem Grunde, warum trotz der gleichmässigen Erleuchtung durch die Sonne von allen Seiten doch jener Teil der Lufthülle den stärksten Glanz aufweise, der von den Sonnenstrahlen direkt durchdrungen werde, und fasst die Erklärung in den Worten zusammen: „Aëri enim sua est albedo seu color", ohne freilich selbst von ihr vollständig befriedigt zu sein. Dieser natürliche Glanz der Luft, der teils durch die direkten Strahlen der Sonne, teils durch das reflektierte Licht der Erde hervorgerufen wird, bewirkt es auch, dass die Sterne am Tage meist nicht erblickt werden können;[3]) die starke Aufnahme des Sternenlichtes durch die Luft, besonders wenn sie verdichtet ist, und der daraus folgende Glanz bildet auch den Grund für die oft ungewöhnlich klaren und hellen Nächte.[4])

Mit den Dämmerungserscheinungen beschäftigt sich Kepler wiederholt. Erzeugt werden dieselben an erster Stelle durch den Reflex des Sonnenlichtes in den trockenen Ausdünstungen, die bis in eine Höhe von 12 Meilen aufsteigen.[5]) Daneben ist aber noch die Luft von Bedeutung, da dieselbe die Sonnenstrahlen wie ein Spiegel bricht und sie wiederholt zurückwirft, sodass sie auch in tiefer gelegene Horizonte gelangen.[6]) Die Luft verursacht es, dass vor Sonnenaufgang auch die gegen Westen gewendete Seite

---

[1]) Günther, Lehrbuch der Geophysik, 2. Bd., S. 133.
[2]) K. O. O., 2. Bd., S. 141 f.
[3]) A. a. O, S. 292.
[4]) A. a. O., S. 316.
[5]) Ebd., 6. Bd., S. 155, 2. Bd., S. 218.
[6]) Ebd., 6. Bd., S. 154.

einer Tafel erhellt erscheint und dass die Abgrenzung des erleuchteten Teils des Himmels von dem dunklen durch eine halbkreisförmige Linie gebildet wird. Die verschiedenartige Dauer der Dämmerung ist nicht nur eine Folge der veränderten Stellung der Erde zur Sonne, sondern auch des wechselnden Zustandes der Luft. Kepler weist hier besonders auf den Bericht des Josephus a Costa hin, dem zufolge in Chile die tiefste Nacht innerhalb $^1/_4$ Stunde in den hellsten Tag übergeht; als Grund dieser Erscheinung gibt er an, dass die Luft in jenen Gegenden reiner, in höherem Grad durchsichtig und weniger erleuchtbar ist. Die mit Kälte uud Wärme schwankende Höhe der Luft hat auch die wechselnde Dauer der Dämmerung nicht nur etwa im Sommer und Winter, sondern auch an den einzelnen Tagen derselben Jahreszeit zur Folge.[1]) Eine dritte Ursache der Dämmerung ist die himmlische Materie, welche die Sonne bis in die äusserste Nähe umgibt; da sie einige Zeit vor der Sonne aufgeht, erhellt sie die Luft durch den ihr eigenen Glanz;[2]) ohne denselben wäre es nämlich nach der Anschauung Keplers unmöglich, den Eintritt der Dämmerung bei einer Sonnenhöhe von — 18° zu erklären.[3]) Nachdem Kepler noch die Aufgabe gelöst hat, aus der Polhöhe, der Deklination der Sonne und ihrer Stellung unter dem Horizont bei Beginn der Dämmerung die Dauer derselben zu berechnen, knüpft er eine kurze Betrachtung der Dämmerungserscheinungen in den einzelnen Sphären an.

Eingehender als die Dämmerung behandelt Kepler die Refraktionen, da eben die Astronomie vielfach auf dieselben Rücksicht nehmen muss. Sie gaben ihm den Anstoss zur Abfassung seiner Schrift „Paralipomena in Vitellionem", in welcher er mit Anlehnung an Vitellio[4]) zunächst die Grundgesetze der Optik einer eingehenden Untersuchung unter-

[1]) A. a. O., S. 156.
[2]) A. a. O., S. 154.
[3]) A. a. O., S. 157.
[4]) Eigentlich, nach Curtze ein Deutscher Witelo.

zog und dann auf sie gestützt seiner eigentlichen Aufgabe, der astronomischen Optik, näher trat.[1]) Wie bei so vielen Fragen, so zeigt Kepler auch hier seine gründliche Belesenheit; mit staunenswertem Fleisse stellt er alle Berichte der seinem Jahrhundert vorausgehenden Zeit zusammen; aus ihnen entnimmt er, dass seit Cleomedes und Plinius die Refraktion bereits bemerkt wurde.[2]) Bei aller Gründlichkeit gelang es ihm indessen nicht, das wahre Gesetz für die Refraktion aufzustellen, so nahe er einer vollständigen Erkenntnis auch kam.[3]) Er war sich im übrigen wohl bewusst, dass sein Gesetz nicht der strengen Wahrheit entspreche; schon in der Optik fügt er seinen Untersuchungen bei: „In genuina huius rei causa directe et a priore demonstranda haereo", und am 2. März 1629 schreibt er an Rehm[4]) auf dessen Anfrage über das Mass der Refraktion: „ . . Tentavi in Opticis: at fassus sum omnibus, qui mecum familiariter versantur, me adhucdum genuinas causas, quantitatem refractionum formantes, ignorare."[5]) Doch hat er eine Reihe falscher Ansichten, die bei seinen Zeitgenossen verbreitet waren, beseitigt; insbesondere trat er gegen den Irrtum Tychos und Rothmanns auf, welche annahmen, die Refraktion erleide infolge der Ausdehnung der Luft bis zu den Gestirnen mit wachsender Entfernung der Himmelskörper eine Aenderung, so dass also die Refraktionen für Sonne, Mond und Fixsterne

---

[1]) Ebd., 8. Bd., S. 1019.

[2]) Ebd., 2. Bd., S. 218 ff.

[3]) S. Günther in d. Allg. D. Biogr., 15. Bd., S. 616; Poggendorff, Gesch. d. Physik, S. 171.

[4]) K. O. O., 2. Bd., S. 403.

[5]) Kepler hatte anfangs die Meinung, die Grösse der Refraktion sei der Dichte des Mittels proportional, welches den Strahl von seinem Wege ablenkt. Eine Tabelle, welche ihm Harriot übersendete, klärte ihn über seinen Irrtum auf; aus derselben ersah er, dass Oliven-, Terpentin- und Steinöl stärker brechen als Essig, Weingeist und Salzwasser, obwohl diesen eine grössere Dichte zukommt als jenen. Der vermutete Zusammenhang zwischen Dichte und brechender Kraft liess sich also durch Versuche nicht bestätigen.

aus diesem Grunde verschieden seien. Kepler zeigte,[1]) dass die Distanz der Gestirne auf die Strahlenbrechung keinen Einfluss habe, sondern dass sie nur mit der Höhe über dem Horizonte für alle Gestirne gleichmässig abnehme, für Lichtkörper in derselben Höhe also den gleichen Betrag aufweise. Ebenso liess Rothmann Strahlenbrechung nur am Horizonte auftreten, während ihm gegenüber Tycho das Vorhandensein derselben bis zur Höhe von 45° behauptete; erst bei Sternen, die sich dem Zenite noch näher befinden, sei die Refraktionsablenkung nicht mehr nachweisbar; auch hier finden wir von Kepler bereits die richtige Anschauung vertreten, dass auch bei den Sternen, deren Höhe 45° überschreitet, eine Refraktion wahrzunehmen sei, ihre Grösse aber mit zunehmender Höhe sich verringere und im Zenit vollständig verschwinde.[2])

Den übrigen Erscheinungen, wie der Szintillation, den Höfen, Regenbogen u. dergl. hat Kepler, wie er in seinem Werke „Paralipomena ad Vitellionem" sagt,[3]) keine besondere Aufmerksamkeit geschenkt, da sie für die astronomischen Betrachtungen wieder bedeutsam sind; ihre Ursachen scheinen ihm noch wenig aufgeklärt, und er selbst konnte naturgemäss diese schwierigen Fragen ihrer Lösung nicht entgegenführen.

Am eingehendsten bespricht er die Szintillation in seiner Schrift „De Stella Nova Serpentarii".[4]) Er knüpft dabei an Scaliger an, der für die Erscheinung fünf Ursachen, nämlich die Grösse, Klarheit und Bewegung des Sternes, den Zustand der Luft und die Bewegung des Lichtes im Sterne angibt. Kepler aber erscheinen diese Ursachen nicht alle als gleichwertig; die Szintillation ist ihm eine Folge der

---

[1]) K. O. O., 2. Bd., S. 197; 7. Bd., S. 235 und S. 245: R. Wolf, Gesch. d. Astronomie, S. 376; Poggendorff, Gesch. d. Physik, S. 170; S. Günther, Lehrbuch d. Geophysik etc., 2. Bd., S. 124.

[2]) Rosenberger, Gesch. d. Physik, 2. Teil, S. 44.

[3]) K. O. O., 2. Bd., S. 210.

[4]) A. a. O., S. 679 ff.

natürlichen Leuchtkraft, welche dem Stern eigen ist, der Rotation, in welcher er sich befindet, und endlich des veränderlichen Zustandes der Luft. Beim Wehen der Winde und steigender Feuchtigkeit der Atmosphäre erscheinen nämlich die Sterne sehr glänzend und gross, so dass auch die Szintillation in gleichem Masse sich stärker bemerkbar macht.

Das Wesen der Regenbogen und Höfe erörtert Kepler vor allem im Briefwechsel mit Harriot und Brengger. Dem ersteren gegenüber widerruft er seine früher in der Optik aufgestellte Theorie, nach welcher der Regenbogen durch eine Wolke und deren Figur hervorgerufen wird, und hebt, wie er dies schon in einem Briefe vom Jahre 1605 an Brengger[1]) gethan hatte, die Bedeutung der Kugelgestalt der Wassertröpfchen für das Zustandekommen der Erscheinung hervor.[2]) Doch finden wir bei ihm nur gelegentliche Versuche, die zu grunde liegenden optischen Gesetze zu erforschen, wenn er sich auch, wie aus dem Briefe an Fabricius vom 10. Nov. 1608 hervorgeht,[3]) der Schwierigkeit, eine befriedigende Lösung der Aufgabe zu erhalten, wohl bewusst war. Immerhin stellt er einige wichtige Prinzipien der Theorie dieser Lichterscheinungen auf, ohne jedoch durch dieselben einen eigentlichen Fortschritt über die Anschauungen des Aristoteles und insbesondere des Mönches Theodorich (13. Jahrh.) anzubahnen. Die Sonne, das Auge des Beobachters und der Mittelpunkt der Färbung müssen sich, wie er an Brengger und später an Harriot schreibt,[4]) in einer geraden Linie befinden; jeder Beobachter erblickt ferner seinen eigenen Regenbogen, der von einem anderen Standpunkt aus nicht wahrgenommen wird, so dass die Erscheinung also eine vollständig subjektive ist; die Ursachen der Färbung aber sucht

---

[1]) A. a. O., S. 51.
[2]) A. a. O. S. 69, S. 73, S. 574; ebd., 6. Bd., S. 59.
[3]) Ebd., 2. Bd., S. 101.
[4]) A. a. O., S. 51, S. 69, S. 72.

er in den gleichen Gründen wie Harriot. Der Lichtstrahl wird an der konvexen Oberfläche des Wassertropfens gebrochen, an der konkaven Rückwand reflektiert und gelangt dann nach nochmaliger Brechung bei dem Austritt in das Auge; Farben entstehen aber nach der Anschauung Keplers nur bei jenen Strahlen, welche den Tropfen berühren,[1]) so dass also an der Bildung des Regenbogens nur jene Wassertröpfchen beteiligt sind, welche so liegen, dass die von ihnen nach dem Auge und der Sonne gezogenen Geraden einen Winkel von 45^0 oder die von dem Auge nach dem Tropfen und der Sonne gezogenen Geraden einen Winkel von 135^0 bilden,[2]) denn nur in diesem Fall tritt grösste Brechung ein, welche die Farben erzeugt.[3]) Wenn also auch die Theorie Keplers, die sich im ganzen an die Darlegungen Vitellios anschliesst,[4]) einen Fortschritt über die aristotelische Erklärungsweise bedeutet, insofern dieser den Regenbogen durch unvollkommene Spiegelung der Sonne und die Farben durch Reflexion entstehen liess,[5]) so zeitigten seine Untersuchungen doch keine bestimmten Resultate, und es gelang erst Descartes, die Theorie des Regenbogens weiter auszubauen, bis dann Newton auch eine befriedigende Erklärung über die Entstehung der Farben gab.[6]) In seiner Dioptrik[7]) spricht Kepler die Absicht aus, eine kleine Schrift abzufassen, die eine Ergänzung der aristotelischen Untersuchungen über den Regenbogen bilden sollte; indessen kam dieser Plan nicht zur Ausführung, da Kepler über die eigentlichen Ursachen der Nebensonnen, die ihm mit jenen des Regenbogens im Zusammenhang zu stehen schienen, nicht klar werden konnte.

---

[1]) A. a. O, S. 101.
[2]) A. a. O., S. 101, S. 69.
[3]) A. a. O., S. 211; 8. Bd., S. 115, 2. Bd., S. 574; ebd., 2. Bd., S. 101.
[4]) Poggendorff, Gesch. d. Phys., S. 92.
[5]) A. a. O., S. 29.
[6]) Ebd., S. 309 f, S. 313 f, S, 686.
[7]) K. O. O., 2. Bd., S. 524.

Wie diesen, so führte er auch die Entstehung von Höfen, Nebensonnen und Nebenmonden auf Lichtbrechung zurück, ohne auf die Gründe der Verschiedenartigkeit der Erscheinungen näher einzugehen. Auch auf den zweiten Regenbogen kommt Kepler in seinen Anmerkungen zur Schrift Plutarchs „Vom Gesichte des Mondes“ zu sprechen; er wendet sich daselbst[1]) gegen die Ansicht des Aristoteles, der ihn durch Spiegelung des ersten in einer diesen umgebenden Wolkenschichte entstehen liess; aus dem Orte, an welchem der zweite Regenbogen auftritt, und aus der umgekehrten Reihenfolge der etwas schwächeren Farben schliesst Kepler auf eine weitere Zurückwerfung der schon gefärbten Lichtstrahlen.

In einer anderen Anmerkung zu bezeichneten Schrift[2]) tritt Kepler mit Recht gegen den verbreiteten Glauben auf, das sog. „Wasserziehen“ der Sonne bringe Regen; er hebt hervor, dass die Feuchtigkeit nicht erst von der Sonne erzeugt werde, sondern sich schon in der Form von Wasserbläschen („rorulentus“) in der Luft befinde; wie man nämlich infolge der in der Luft schwebenden Staubteilchen die Sonnenstrahlen erblicke, welche durch einen schmalen Ritz in ein dunkles Zimmer fallen, so würden auch die Lichtstrahlen in der Atmosphäre sichtbar, wenn sie durch eine Lücke in der Wolkenwand auf jene Wassertröpfchen stossen.

Im folgenden haben wir noch in Kürze die Ansicht Keplers über das Wesen des Blitzes und des Donners darzulegen. Wiederum ist es Fabricius, welcher diese Fragen anregt; in seiner Antwort vom 11. Aug. 1602[3]) erklärt Kepler den Blitz für materiell und spirituell, und zwar scheint ihm die Materie dieselbe zu sein, wie die des Schlaggoldes, das sich beim Entzünden, wie der Blitz, nach unten bewegt und

---

[1]) Ebd., 8. Bd., S. 115, Anm. 70.
[2]) A. a. O., S. 119, Anm. 95.
[3]) Ebd., 1. Bd., S. 320.

den Donner hören lässt;[1]) der Materie des Blitzes gleicht auch der Metallruss, der sich an den Wänden der Goldgruben niederschlägt und die Ursache zu den sog. schlagenden Wettern bildet, welche Kepler als blitzartige Erscheinungen auffasst, die eine Folge der Entzündung des goldenen Russes durch die feuchte Luft sind. Der Donner aber, der niemals bei Abwesenheit von Wolken zu vernehmen ist, befindet sich in den in geringer Höhe über der Erde schwebenden Dampfmassen eingeschlossen und erzeugt durch die Schnelligkeit seiner Bewegung bei seiner Befreiung das fürchterliche Krachen.[2])

An dieser Stelle mögen noch die Vorstellungen Keplers über einige andere Vorgänge in der Atmosphäre Erwähnung finden. Wiederholt beschäftigt er sich mit der Verdunkelung des Sonnenlichts, von welcher man aus dem Todesjahre Cäsars berichtete und die dann in gleicher Weise von den beiden Gemma, Vater und Sohn, a. 1547 beobachtet worden war.[3]) Er schreibt sie der dunsterfüllten Umgebung des Lichtkörpers selbst zu[4]) und unterscheidet diese Trübung des Sonnenglanzes, welche in einer Materie des Aethers ihren Grund hat, die in nächster Nähe der Sonne sich befindet, von jenen Verdunkelungen, die durch terrestrische Ursachen erzeugt werden. So können besonders Aschenmassen, die aus den Höhlungen und Gängen der Erde und vor allem aus den feuerspeienden Bergen geschleudert werden, das Sonnenlicht schwächen.[5]) Verbunden mit solchen Erscheinungen treten meist Steinregen und Erdbeben auf. Unter den Vorfällen der ersten Art ist besonders der Steinfall am Aigospotamoi bedeutsam; Kepler gibt dem Berichterstatter Aristoteles Recht, wenn dieser behauptet, derselbe sei aus

---

[1]) A. a. O., S. 348.
[2]) A. a. O., S. 320.
[3]) Ebd., 6. Bd., S. 146; 2. Bd., S. 419.
[4]) Ebd., 2. Bd., S. 694.
[5]) Ebd., 6. Bd., S. 513.

dem Erdinneren von hochgespannten, ringseingeschlossenen Gasen, die sich plötzlich befreiten, ausgeworfen worden, wobei freilich Aristoteles nur an Luft dachte, die sich in den Höhlungen der Erde verfangen hatte und nun gewaltsam einen Ausweg suchte;[1]) der ganze Vorgang scheint Kepler Aehnlichkeit mit dem Schusse aus einer Kanone zu haben. Als solche Auswürfe betrachtet er auch die Meteore, doch hält er es nicht für ausgeschlossen, dass sie nur Zusammenballungen der Materie sind, welche den Himmelsäther erfüllt und verunreinigt.[2]) Dieser Kraft im Erdinneren, welche sich auch in den obenerwähnten schlagenden Wettern äussert, schreibt Kepler auch die Erdbeben zu; nur insoferne sie jene entzündbaren Stoffe in sich aufnehmen, kann er den unterirdischen Hohlräumen ein Mitwirken bei Erderschütterungen zugestehen; die Anschauung des Fabricius, welcher die Erdbeben auch aus dem Einsturze von Teilen der Erdrinde in die unterirdischen Höhlungen erklärte, scheint ihm durch die Wahrnehmung widerlegt, dass das Erzittern des Bodens in manchen Gegenden sehr häufig auftritt und sich nicht selten das ganze Jahr hindurch bemerken lässt.[3])

---

[1]) Ebd., 7. Bd., S. 17, S. 176, S. 628. Nach den Vorstellungen des Aristoteles war die treibende Kraft Luft, die sich in den Höhlungen der Erde verfangen hatte und mit Gewalt nun einen Ausweg sucht; auf diese Weise erzeugt sie auch die Erdbeben. S. Günther, Lehrb. der Geophysik etc., 1. Bd., S. 394; Berger, Gesch. d. wissenschaftl. Erdkunde d. Griechen, 2. Abt., S. 116.

[2]) K. O. O., 6. Bd., S. 157. Kepler glaubt, dass durch diese Ausdünstungen in den Aether im Laufe der Jahrhunderte das Volumen der Erde eine Verminderung erfahre und weist besonders auf die häufigen Waldbrände und die Sternschnuppen hin, bei deren Verbrennung ein grosser Teil der Materie in den Himmelsraum entweiche (ebd., 7. Bd., S. 12; 6. Bd., S. 146). Es ist Kepler nicht unwahrscheinlich, dass sich die Kometen aus diesen Ausscheidungen der Weltkörper und also auch der Sonne bilden (ebd., 2. Bd., S. 780).

[3]) Ebd., 1. Bd., S. 326. Das plötzliche Auftreten der Kometen kann nicht nur unaufhörliche Regengüsse, Ueberschwemmungen, Landseuchen u. dgl., sondern auch Erdbeben hervorrufen: „. . . Oder da die Erdkugel etwa an einem Ort an Feuchtigkeit erschöpfft, dann so greifft

Rein klimatologische Fragen behandelt Kepler selten, und es ist daher die Ausbeute, die wir für diesen Abschnitt aus seinen Werken ziehen können, eine verhältnismässig geringe. Er schenkt eben auch hier vor allem den Fragen der allgemeinen und speziellen Klimatologie Aufmerksamkeit, die in irgend welchen Beziehungen zur Astronomie stehen. Besonders eingehend beschäftigt er sich daher mit dem solaren Klima. Die Luft ist an sich, wie Kepler im Widerspruch zu Aristoteles behauptet,[1]) nicht warm, sondern kalt, so dass wir also die Wärme, welche das Werden und Wachsen auf der Erde bewirkt, der Sonne verdanken. Wenn auch im Inneren der Erde die „facultas animalis", wie die Feuer des Aetna und die zahllosen Thermen beweisen,[2]) eine stetige Wärme erzeugt, so macht diese sich doch nach aussen nicht bemerkbar, da eben die Erde wie jede Materie ihrer Natur nach kalt ist. Lediglich von dem Verweilen der Sonne über dem Horizonte, dem Einfallswinkel der Strahlen und der grösseren oder geringeren Dichte der Luft,[3]) welche diese durchdringen müssen, hängt der Grad der Wärme der Luft an den einzelnen Orten und zu den verschiedenen Zeiten ab, wie Kepler in seiner Abhandlung „Ueber die festeren Grundlagen der Astrologie"[4]) entwickelt und dann in dem so inhaltsreichen Briefe vom 4. Juli 1603 auf eine Anfrage des Fabricius mit einem gereizten Hinweise auf die genannte Schrift wiederholt feststellt.[5]) Je grösser der Tagbogen der

---

diese durch den Kometen erhitzte lebhaffte Kraft des Erdbodens an, was sie findet, nemlich dürre Dämpffe, welche die Erde unfruchtbar machen, und machts, schwefelts, pulverisierts und treibet es auff ihre verborgene Art so lang, dass endlich das Pulver unter der Erden angehet und mit Macht einen Ausgang suchet, also ein Erdbeben verursachet wird." Ebd., 7. Bd., S. 28; vgl. oben S. 41.

[1]) Ebd., 1. Bd., S. 421.
[2]) Ebd., 2. Bd., S. 145.
[3]) Ebd., 1. Bd., S. 339.
[4]) A. a. O., S. 421.
[5]) A. a. O., S. 333 f.

Sonne ist, desto stärker wird sich die wärmende Kraft des Gestirns äussern, und desto kürzer wird die Zeit sein, innerhalb welcher die Luft in ihren Naturzustand zurückkehren und erkalten kann; weiterhin bewirkt der höhere Sonnenstand im Sommer, dass die Neigung der Strahlen gegen den Erdboden eine geringere und die Intensität der Erwärmung daher eine stärkere ist als im Winter, in welchem durch den schiefen Einfall ein Teil ihrer Kraft nicht zur Geltung kommt;[1]) vermehrt wird aber diese Einbusse an Wärme noch durch den Umstand, dass die in die Lufthülle schief eindringenden Strahlen einen grösseren Weg durch dieselbe zurücklegen müssen als die senkrecht einfallenden. Von welcher Bedeutung diese Verhältnisse sind, zeigt sich darin, dass in Prag im Winter, wie Kepler berechnet, nur etwa $^1/_{24}$ der Sonnenwärme sich wirksam erweist. Nicht richtig wäre es indessen, sagt er in seiner XII. These[2]) weiter, wenn wir an den Tagen des höchsten oder tiefsten Sonnenstandes auf die grösste Wärme beziehungsweise grösste Kälte rechnen würden; wir beobachten im Gegenteil, dass der Charakter des Sommers sich am schärfsten im August, der des Winters aber am deutlichsten sich im Februar ausprägt. Wasser und Erde nehmen nämlich Wärme und Kälte in sich auf und sammeln dieselbe an; diese Aufspeicherung erreicht aber ihren höchsten Grad erst in der 2. Hälfte der betreffenden Jahreszeit, so dass nicht an den Tagen der Solstitien, sondern einige Zeit nachher erst Wärme und Kälte sich am stärksten bemerkbar machen. In ihrer Anhäufung beruht es auch, dass September und Oktober im allgemeinen wärmer sind als März und Februar, obwohl die Sonne in den beiden Zeiten des Jahres der Erde gegenüber fast den gleichen Stand einnimmt. Aus denselben Gründen erklärt sich ferner nach den Ausführungen Keplers in der folgenden These,[3]) dass

[1]) Ebd., 6. Bd., S. 263 f.
[2]) Ebd., 1. Bd., S. 422; 6. Bd., S. 264.
[3]) A. a. O., S. 264; 1. Bd., S. 422; Thes. XIII.

an den einzelnen Tagen nicht die Mittagszeit, wenn sich die Sonne unserem Zenite am nächsten befindet, die grösste Wärme aufweist, sondern dass dieselbe sich erst einige Stunden später, also um 2 oder 3 Uhr fühlbar macht. Wenn Kepler so auch die hohe Bedeutung des solaren Klimas erkannte, so entging ihm doch nicht, dass dasselbe durch lokale Verhältnisse in mannigfacher Weise beeinflusst werde. Insbesondere war er sich über die tiefgreifende Einwirkung grösserer Wasserflächen auf die klimatischen Zustände eines Landes klar. In seinen Bemerkungen zu dem „Somnium Astronomicum“ [1]) weist er auf die Folgen hin, die sich einstellen müssten, wenn der uns abgewendeten Mondhälfte durch die Anziehungskraft der Erde alles Wasser entzogen würde; es wären nämlich jene Gebiete infolge des raschen Wechsels von unerträglicher Wärme und empfindlicher Kälte für die Menschen wenigstens unter dem freien Himmel unbewohnbar; auf der von den „Subvolvanern“ bewohnten Mondhälfte wird dagegen die Hitze durch die andauernde Bewölkung und die häufigen Regen gemässigt.[2]) Ebenso beobachtet Kepler, dass klare und helle Winternächte kälter sind als jene, in welchen der Himmel von Wolkenschichten überzogen ist; er glaubt, dass in dem ersteren Falle die Kälte des Himmelsraumes stärker wirke:[3]) „Ein species immateriata von der Tieffe der himmlischen an jhr selber kalten Lufft ist dasjenige, welches im Winter bey hellen Nächten den Erdtboden so kalt macht, und durch unterziehung des Gewölcks verhindert und auffgehalten werden mag, dass es alsdann leidlicher ist . . .“ Auch gibt Kepler dem Fabricius Recht, wenn dieser die rasche Erwärmung trockener, sandiger und bergiger Gegenden im Vergleiche mit anderen Oertlichkeiten betont.[4])

---

[1]) Ebd., 8. Bd., S. 63, Anm. 214.
[2]) A. a. O., S. 39.
[3]) Ebd., 1. Bd., S. 569, Thes. 26; S. 325.
[4]) A. a. O., S. 333.

Wärme und Kälte und was davon abhängig ist, wie die Fruchtbarkeit eines Landes u. dergl., schreibt Kepler in seiner „Epitome Astronomiae“,[1]) haben also verschiedene Ursachen, irdische und himmlische; die ersteren aber sind in ihrer Wirksamkeit sowohl in Hinsicht auf den Ort als auch die Zeit beschränkt, während die letzteren von allgemeinerer Natur sind und einen überwiegenden Einfluss ausüben.[2]) Sie gaben daher die Veranlassung zu einer besonderen Einteilung der Erdoberfläche in Zonen. Diesen lässt Kepler eine sehr eingehende Behandlung zu teil werden,[3]) die er mit der Betrachtung der eigentümlichen Farben beginnt, durch welche die Zonen auf den Erdkugeln unterschieden werden. Die rote Farbe der heissen Zone rührt von der alles vernichtenden Hitze her, welche in jenen Ländern die Erde austrocknet und verbrennt; das Uebermass der Kälte, welche bewirkt, dass die nördlichen Gegenden immer von Schnee und Eis bedeckt sind, hat den Polarzonen zu der blauen oder weissen Farbe verholfen, während in den gemässigten klimatischen Verhältnissen der mittleren Zonen die grüne Farbe ihren Grund hat, da in diesen Gegenden infolge der günstigen Umstände alles grünt und blüht. An einer späteren Stelle desselben Werkes[4]) stellt Kepler bei einer Charakteristik der einzelnen Zonen einen Vergleich zwischen ihnen und den verschiedenen Jahreszeiten an. Nach seiner Auffassung entspricht die heisse Zone dem Sommer, die kalte dem Winter und die gemässigte dem Frühling und dem Herbst; es herrscht nämlich, wie sich leicht einsehen lässt, in der heissen Zone der Sommer vor, in der kalten finden wir fast ewigen Winter, in den gemässigten Zonen aber tritt ein gewisser Wechsel beider Jahreszeiten auf, der gleichmässig in der Mitte derselben ist, während nach den

[1]) Ebd., 6. Bd., S. 196.
[2]) A. a. O.
[3]) A. a. O.
[4]) A. a. O., S. 265.

Seiten hin die den benachbarten Zonen zukommende Eigentümlichkeit überwiegt.[1]) Freilich finden sich innerhalb der einzelnen Zonen auch Abweichungen von dem sie im allgemeinen kennzeichnenden klimatischen Charakter, wie z. B. in „Nova Albion" in Amerika, wo sich, obwohl es in der gemässigten Zone liegt, doch das ganze Jahr über eine sehr grosse Kälte bemerkbar macht, die, wie Kepler an Fabricius schreibt,[2]) die Folge von starken Ausdünstungen ist, so dass man in jene Gegenden nach seiner Anschauung auch den Ausgangspunkt der kalten Nordostwinde zu verlegen hat; andererseits weist Grönland in der kalten Zone ein so mildes Klima auf, dass das Land nach dem üppigen Grün, das daselbst an manchen Stellen den Boden bedeckt, seinen Namen „Grünland" trägt; auch in der heissen Zone, wie z. B. in dem westlichen Teile von Afrika, in Peru und auf den Inseln des Indischen und des Grossen Ozeans treffen wir Gegenden mit gemässigtem Klima.[3]) Kepler wandte überhaupt seine Aufmerksamkeit wiederholt den klimatischen Verschiedenheiten der Länder zu und suchte den Grund für Abweichungen von den allgemeinen Gesetzen in einer bestimmten Gestaltung der Erdoberfläche; entschieden wies er dagegen die Astrologen zurück, welche die Natur eines Landes „auss den Triangulis Terrestribus und Planetarum dominationibus" erforschen wollten.[4]) Einen Massstab zur Vergleichung der Wärmeverhältnisse der einzelnen Länder gibt ihm der Anbau gewisser Pflanzen, insbesondere des Weinstockes. Voller

[1]) A. a. O., S. 267.

[2]) Ebd., 1. Bd., S. 339.

[3]) Ebd., 6. Bd., S. 196 ff. Auch gegen die alte Irrlehre von der Unbewohnbarkeit der kalten und heissen Zone wendet sich Kepler mit Entschiedenheit. Günther, Geisteshelden, hrsg. von Bettelheim, 22. Bd., Kepler-Galilei, S. 48.

[4]) Ebd., 1. Bd., S. 269, Thes. 109. Nach den folgenden Darlegungen muss Kepler als einer der Begründer der vergleichenden Klimatologie betrachtet werden. Vgl. Brocard, Essai sur la Météorologie de Kepler, Grenoble 1879, S. 4.

hitziger Rebensaft gedeiht in Italien, weil dieses Land nach Süden liegt; tiefe Thäler ermöglichen sein Wachsen am Rheinstrom, doch ist er milder, da jene Gegenden sich im Norden ausbreiten; die Lage zwischen hohen Gebirgen und die Ausdehnung nach Süden gibt dem Weine Oesterreich-Ungarns sein Feuer; wenn aber in anderen Gegenden der Weinbau nicht getrieben wird, so erklärt sich dies meist auf ganz natürliche Weise; die Donau z. B. ist nicht hinreichend gegen die kalten Winde, welche von den schneebedeckten Höhen der Alpen herabwehen, geschützt, und die Elbe fliesst zu sehr nach Norden, und ihre Ufer sind zu flach, als dass dort die Wärme jene Höhe erreichen könnte, welche das Reifen der Traube erfordert.

Als Astronom kommt Kepler naturgemäss bei der Betrachtung der Zonen auch auf die wechselnden Schattenverhältnisse in denselben und die darauf gegründete Klassifikation der Erdbewohner zu sprechen.[1]) Er erläutert die Bedeutung der aus dem Altertum entnommenen Bezeichnungen: amphiscii für die Bewohner der heissen, periscii für die der kalten und heteroscii für jene der gemässigten Zone und schliesst daran eine Untersuchung der Schattenlinien, welche der Endpunkt eines auf dem Horizont senkrecht errichteten Stabes an den verschiedenen Erdorten beschreibt.

Obwohl wir bereits bei den Griechen und den Römern vereinzelten richtigen Vorstellungen von den Beziehungen der Gezeiten zu dem Stande von Sonne und Mond begegnen,[2]) dauerte es doch bis zum Beginne des 17. Jahrhunderts, bis man auch in weiteren Kreisen den Zusammenhang zwischen diesen Erscheinungen und den Bewegungen der Gestirne erkannte. Während des Mittelalters tauchten

---

[1]) K. O. O., 6. Bd., S. 267 f.

[2]) Berger, Gesch. d. wissensch. Erdkunde d. Griechen, 4. Abt., S. 73 ff.

noch eine Reihe der abenteuerlichsten Hypothesen auf,[1]) und selbst Geisteshelden wie Galilei waren noch in irrigen Anschauungen befangen;[2]) um so mehr muss es uns wundern, dass Kepler, obwohl er selbst von den Küsten eines Meeres wenig wusste, mit der ihm eigenen Klarheit und Schärfe auf die wirkenden Kräfte hinwies und auf grund dieser Auffassung dann ein anschauliches Bild vom Verlauf dieser regelmässigen Bewegung der flüssigen Teile der Erdoberfläche entwarf. In seinen Bemerkungen zur Schrift Plutarchs „De facie in orbe Lunae“[3]) rühmt sich Kepler mit Recht, als erster die Entstehung und den Verlauf von Ebbe und Flut durch das Wirken des Mondes nachgewiesen zu haben; und zwar wurde er, wie er in dem Briefe an Herwart vom 2. Jan. 1607 schreibt,[4]) durch die Karte eines deutschen Seemanns zur Aufstellung seiner Theorie geführt; auf jenem prächtig geschmückten Blatte, dessen Autor aber Kepler nicht mehr erinnerlich ist, waren die Küsten Europas an der Ostsee und am offenen Atlantischen Ozean dargestellt und daneben Bemerkungen über Ebbe und Flut und die bekannten Meeresströmungen verzeichnet. Kepler ging davon aus, dass die Meere vom Monde ebenso angezogen würden, wie alles Schwere und die Meere selbst von der Erde; indessen zieht der Mond nicht, insofern er „humida vel humectans“, sondern nur insoweit er der Erde verwandte Masse ist, mit magne-

---

[1]) Peschel-Ruge, Gesch. d. Erdkunde etc., S. 436; vgl. insbesondere das Urteil des Jesuiten Fournier über die Kepler'sche Lehre. A. a. O. S. 437, Anm. 1.

[2]) S. Günther, Lehrb. d. Geophysik etc., 2. Bd., S. 386; R. Wolf, Gesch. d. Astronomie, S. 512 f. Galilei kannte zwar die Anschauungen Keplers über diesen Gegenstand, schloss sich ihm aber nicht an; der angebliche Mangel der Gezeiten im Mittelmeer liess ihn an der Richtigkeit zweifeln. Keplers Lehre gewann aber bald die Oberhand und wurde von Newton neu begründet.

[3]) K. O. O., 8. Bd., S. 118, Note 90.

[4]) Ebd., 3. Bd., S. 455.

tischer Kraft die Wasser an;[1]) nicht die Feuchtigkeit, sondern die Materie, die der irdischen gleicht, erweist sich wirksam; der Grund jenes Einflusses des Mondes ist also in derselben Kraft zu suchen, welche auf Erden das Fallen eines Steines bewirkt.[2]) Nur dem Umstande, dass die Anziehungskraft der Erde stärker ist, wie die des Mondes, darf man es zuschreiben, dass die Meerwasser nicht die Erdoberfläche verlassen, sondern auf derselben nur hin- und herschwanken: „Si Terra cessaret attrahere ad se aquas suas, aquae marinae omnes elevarentur et in corpus lunae influerent", führt er in der Einleitung zu seinem grundlegenden Werke „De Motibus Stellae Martis" aus.[3]) Die Entwickelung der Theorie der Schwer-

---

[1]) Ebd., 8. Bd., S. 118, Anm. 90; S. Günther, J. Kepler u. d. tellur.-kosm. Magn., S. 63. Die gleiche Auffassung Keplers ergibt sich auch aus Thes. 58 des „Tertius Interveniens." Günther weist (a. a. O., S. 56) darauf hin, dass Kepler hier zum ersten Mal die Gezeiten des Meeres mit dem Magnetismus der Erde in Verbindung bringe. „Nach langem Schwanken, ob nicht doch gewisse, mehr begriffliche Unterschiede vorhanden sein möchten, ist bei Kepler in seinen späteren Jahren die Ueberzeugung von der vollständigen Wesensgleichheit zwischen der allgemeinen Schwere und dem tellurisch-planetarischen Magnetismus die herrschende geworden. Sowohl den freien Fall der Körper, als auch das Phänomen der Gezeiten sehen wir auf eine magnetische Anziehungskraft zurückgeführt" (a. a. O., S. 68).

[2]) K. O. O., 8. Bd., S. 47 f, Anm. 66, 67, 75, 76, 77; ebd., 6. Bd., S. 360.

[3]) Ebd., 3. Bd., S. 151, S. 455, S. 460. Rosenberger, Gesch. der Physik, 2. Teil, S. 55 ff; Poggendorff, Gesch. d. Physik, S. 163 f; Günther, J. Kepler u. d. tellur.-kosm. Magn., S. 47 ff, S. 68. Hinsichtlich seiner Lehre von der Schwerkraft steht Kepler weit über allen seinen Vorgängern und bildet den direkten Vorläufer Newtons. Den Satz der Trägheit stellte er bereits auf; freilich nur in seiner einen Hälfte, dass nämlich ein ruhender Körper nicht von selbst Bewegung annehmen könne; den anderen Teil, dass der Körper diese Bewegung behalte, solange nicht eine andere Kraft ihr entgegenwirkt, vermissen wir noch bei ihm. (K. O. O., 2. Bd., S. 87). In der „Harmonice mundi" spricht er auch die Ansicht aus, dass die Schwerkraft mit der Entfernung in der gleichen Weise abnehme wie das Licht. Doch fasste er die Kraft nur als eine irdische auf, die jedem Weltkörper für sich eigen sei; er erkannte aber noch nicht ihre Wirksamkeit bei der Bewegung der

kraft gibt ihm daselbst Veranlassung, seine aufgestellten Lehrsätze, welche endgiltig mit den aristotelischen Vorstellungen brechen,[1]) durch die Beiziehung von Ebbe und Flut näher zu beleuchten. Die Anziehungskraft des Mondes erstreckt sich also bis auf die Erde, und sie bewirkt, dass die Wassermassen der Erdoberfläche in der heissen Zone, nämlich an jenen Orten, in deren Zenit sich der Mond gerade befindet, anschwellen; durch die scheinbare tägliche Bewegung unseres Trabanten entsteht nun eine Flutwelle, welche die Erde in der Richtung von Osten nach Westen umkreist. Da aber der Mond in seiner Bahn so rasch fortschreitet, dass die Wassermassen ihm infolge ihrer natürlichen Trägheit und der Unebenheit des Meeresgrundes nicht folgen können und daher etwas hinter ihm zurückbleiben, so tritt die Hochflut an den einzelnen Orten nicht in dem Augenblick ein, in welchem der Mond kulminiert, sondern erst einige Zeit später; auf diese Weise entsteht also in der heissen Zone eine Strömung des Ozeans gegen Westen bis an die gegenüberliegende Küste, wo die mächtig anschwellenden Fluten zurückgeworfen werden; mit dem Weggange des Mondes lässt allmählich die Anziehungskraft nach und nun verteilen sich die Wassermassen wieder und erzeugen so eine Rückströmung, die in gerade umgekehrter Weise das Auftreten von Ebbe und Flut bewirkt; aber wie das Wasser in einem Gefässe, das geschüttelt wurde, noch lange in Unruhe verharrt und geraume Zeit verfliesst, bis das Gleichgewicht wieder vollständig hergestellt ist,[2]) so bleiben auch die Meeres-

---

Planeten im Weltenraum. Wenn er z. B. auch die Anziehungskraft von der Erde zum Monde und umgekehrt wirken liess, so suchte er doch die Ursachen des Mondlaufs in etwas ganz anderem. Vgl. Reuschle, Kepler u. d. Astron., S. 52.

[1]) Gegen die aristotelischen Lehren polemisiert er besonders auch in den Noten, die er einer Uebersetzung einiger Kapitel der Schrift „De motu Terrae" beifügte. K. O. O., 7. Bd., S. 746.

[2]) Ebd., 3. Bd., S. 455. Kästner, Gesch. d. Mathematik, 4. Bd., S. 242; Günther, J. Kepler u. d. tellur.-kosm. Magn., S. 61.

wogen lange in Bewegung; immer von neuem tritt ein Ab- und Zuströmen auf, wenn auch die Fluten an Mächtigkeit immer mehr verlieren, bis endlich das Erscheinen des Mondes die Wassermassen aufs neue in Erregung versetzt. Täglich zweimal umläuft also eine Flutwelle die Erde, und jeder Ort hat innerhalb 24 Stunden zweimal Flut und zweimal Ebbe; erstere tritt zur Zeit des Auf- und Untergangs des Mondes ein. Aber nicht nur die Trägheit des Wassers beeinträchtigt den regelmässigen Verlauf der Gezeiten, sondern auch die Gestaltung der Kontinente und Inseln bringt mannigfache Störungen in der freien Bewegung der Wasserwellen hervor. Am stärksten werden die Flutwellen an den Strandgebieten des offenen Ozeans bemerkbar sein, während der Unterschied der wechselnden Wasserhöhe in den eng von Land umschlossenen Meeresbecken nur in verhältnismässig geringem Masse zu Tage tritt; leicht erklärlich ist es auch, wenn das Schwellen und Sinken des Meeres an diesen weiter zurückgelegenen Küsten oft viele Stunden verspätet wahrgenommen wird, und zwar ist die Abweichung von der Zeit, in welcher der Eintritt des Phänomens erwartet werden sollte, um so grösser, je tiefer der betreffende Meeresarm in den Kontinent eindringt und je enger der Zugang ist, der die Verbindung mit dem Weltmeere herstellt. Darin liegt es begründet, wenn die gegenüberliegenden Küsten Britanniens und Norwegens zu gleicher Zeit von den Meereswogen bedeckt werden, während in der Strasse von Calais die Flut erst einige Zeit später eintritt. Indem Kepler so in den Kreis seiner Erwägungen auch die Unregelmässigkeiten zog, welche sich aus der Natur der örtlichen Verhältnisse ergeben, glaubte er den Einwurf beseitigt zu haben, den man schon früher und auch jetzt noch gegen die behauptete Abhängigkeit der Gezeiten von unserem Trabanten erhob; nun ist es nämlich nicht mehr auffällig, wenn der Eintritt von Ebbe und Flut an bestimmten Küsten, wie z. B. denen eines

Mittelmeeres, dem Laufe des Mondes nicht vollständig entspricht.[1])

Nach diesen Vorstellungen Keplers bedarf es eigentlich keiner besonderen Erwähnung, dass er auch der Sonne einen gewissen Einfluss zuschreibt. Es ist ihm die Beobachtung der Schiffer wohlbekannt, dass die Fluten bei Konjunktion und Opposition stärker sind als zu Zeiten der Quadraturen, da eben im ersten Falle die Anziehungskräfte der beiden Gestirne vereint wirken, während im letzteren eine gewisse Kompensation sich bemerkbar macht.[2])

Diese so korrekte Auffassung, durch welche das schwierige Problem der Gezeiten um ein wesentliches seiner Lösung näher gebracht war, musste sich später in der „Harmonice mundi“ [3]) eine Verschmelzung mit den Phantasiegebilden gefallen lassen, zu denen Kepler die Betrachtung des Erdtieres führte. Bei Besprechung desselben haben wir schon darauf hingewiesen, dass Kepler in dem regelmässigen Wechsel von Ebbe und Flut Anzeichen einer natürlichen Atmung des Erdkörpers erblickte. Wie aber die Lebewesen Schlafen und Wachen dem natürlichen Wechsel von Tag und Nacht anpassen, so unterwirft sich auch das gewaltige Erdtier in seiner walfischartigen Respiration den Naturgesetzen und vollzieht das Ein- und Ausatmen, das Einschlürfen und die Ausstossung der Wassermassen im genauen Anschluss an das durch die Anziehungskraft des Mondes und der Sonne erzeugte periodische Schwellen und Schwinden der Meereswogen,[4]) so dass also nicht recht ersichtlich ist, inwieweit die Erscheinung von Ebbe und Flut auf eigener Thätigkeit der Erdseele oder mechanischen Wirkungen des Erdtrabanten beruhen;[5]) nur selten ereignet es sich, dass die Erdseele

---

[1]) K. O. O., 2. Bd., S. 116.
[2]) Ebd., 8. Bd., S. 61 f, Anm. 202 u. 205; S. Günther, a. a. O., S. 63.
[3]) K. O. O., 5. Bd., S. 255.
[4]) A. v. Humboldt, Kosmos, 3. Bd., S. 19, S. 31.
[5]) K. O. O., 5. Bd., S. 255.

ihrem eigenen Triebe folgt, und dann bewirkt sie Unregelmässigkeiten und erzeugt Erscheinungen, die auf natürliche Weise nicht zu erklären sind; einen solchen Fall sieht Kepler in dem Berichte von Kaufleuten aus Amsterdam, wonach das Ausbleiben von Ebbe und Flut an einem bestimmten Tage grossen Schrecken unter den Küstenbewohnern hervorgerufen habe.[1]) Damit hatte Kepler jene Lehren des griechischen Altertums erneuert, auf die wir zuerst bei Plato stossen, und die dann im Anschluss an ihn von den Stoikern und insbesondere von Athenodor wieder aufgestellt wurden.[2]) Plato glaubte an ein schaukelartiges Auf- und Abströmen der Gewässer in den Kanälen und Höhlungen des Erdinneren und brachte als erster das Bild von dem Ein- und Ausatmen auf, das wir bei Kepler in so merkwürdiger Verquickung mit ganz klaren Anschauungen finden. Seine frühere Gezeitentheorie hat jedoch Kepler, wie Günther mit Recht bemerkt,[3]) keineswegs durch die Annahme einer Atmung widerrufen wollen; er sucht diese vielmehr, wie wir gesehen haben, mit den in der Einleitung zu seinem Werke über den Planeten Mars niedergelegten Ansichten soweit als möglich in Einklang zu bringen; sein stark entwickelter Hang zur Bildersprache erklärt es uns, wenn er seinem Erdtiere zulieb die abenteuerliche Hypothese aufstellte; in den Kreis ernster Betrachtungen zog er sie aber später nicht mehr, und in den nach 1620 geschriebenen Anmerkungen zum „Somnium Astronomicum" finden wir nicht die geringste Anspielung auf jene phantastischen Ideen,[4]) wohl aber wertvolle Ergänzungen seiner früheren Theorie, die alles vor

---

[1]) A. a. O.

[2]) Berger, Gesch. d. wissensch. Erdkunde d. Griechen, 2. Abt., S. 114; 3. Abt., S. 126; 4. Abt., S. 75.

[3]) S. Günther, Lehrbuch d. Geophysik etc., 2. Bd., S. 386.

[4]) S. Günther, Geisteshelden, hrsg. v. Bettelheim, 22. Bd Kepler-Galilei, S. 49; ders., J. Kepler u. d. tellur.-kosm. Magn., S. 63, Anm. 1.

ihm in dieser Frage Geleistete bei weitem übertraf und die Grundlage für die Untersuchungen Newtons bilden konnte.

Auch eine zweite Art der im Meere auftretenden Bewegungsvorgänge finden wir bei Kepler kurz berührt. In der „Epitome Astronomiae“[1]) weist er auf die nautische Beobachtung hin, dass die Durchquerung des Indischen Ozeans von Westen nach Osten grössere Schwierigkeiten bereite als die Fahrt in der entgegengesetzten Richtung, da eben die Meeresströmungen sich im letzteren Falle in der Richtung des Schiffes bewegten; eine solche Strömung, die schneller sei als ein Pfeil, komme z. B. von den Gewürzinseln, weil dort von Osten her eine ungeheure Wassermasse, die durch jenen Inselkranz aufgestaut sei, nach Westen dränge. Diese westlichen Strömungen, die auf ihrem Wege von keinem Hinderniss aufgehalten werden, bewirken nach der Anschauung Keplers auch, dass in dem südlichen Teile des Stillen Ozeans an den Küsten Amerikas sich fast keine Gezeiten zeigen. Die Ursache dieser translatorischen Bewegung ist nach Kepler die gleiche wie die von Ebbe und Flut, doch wirkt auch die Erddrehung bei der Erzeugung derselben mit: „Etsi vero causa hujus motus manifesta est, eadem nimirum, quae et fluxus refluxusque reciproci, Luna trahens undas, quoties supra horizontem est, versus occidentem, quorsum illi cursus esse censetur; ipsae tamen circumstantiae jam enumeratae videntur adjungere Lunae etiam inertiam naturalem aquarum ad motum, restitantium in occidente, cum Terra se subducat in orientem“. Bei dieser Erklärung verfiel Kepler in denselben Fehler, den sich Galilei bei der Erörterung der Gezeiten zu schulden kommen liess; er berücksichtigt nämlich nicht, dass die Erdrotation zwar vorhandene Bewegungen von ihrer ursprünglichen Richtung ablenkt, aber niemals aus sich eine Bewegung zu erzeugen vermag.[2]) .

[1]) K. O. O., 6. Bd., S. 180.

[2]) S. Günther, Geisteshelden etc., S. 49; ders., Lehrbuch d. Geophysik, 2. Bd., S. 414.

Ausführlich bespricht Kepler bei der Behandlung der Gezeiten die hohe Bedeutung der Meeresfluten für die Umgestaltung der Erdoberfläche, ihre Land zerstörende und aufbauende Wirkung. Ein klassisches Gebiet für die Beobachtung jener Veränderungen, welche die Meereswogen hervorrufen, scheint Kepler der ostindische Archipel zu sein.[1]) Die ganze Inselwelt betrachtet er als Überreste eines Landes, das von den Fluten des Stillen Ozeans durchbrochen und überschwemmt wurde; nachdem schon lange Zeiten hindurch die Auswaschung und Untergrabung durch die Wasserwogen thätig war, führte endlich eine grosse Sturmflut den Durchbruch der herandrängenden Wasserberge herbei; nach der Senkung des Meeresspiegels aber ragten von dem ursprünglichen Lande, das sich von den Molukken bis nach Sumatra ausdehnte und durch letztere Insel, in der Kepler den Goldenen Chersones gefunden zu haben glaubte, mit der Halbinsel Malakka zusammenhing, nur noch jene Gipfel empor, welche den Bestand der heutigen Inselwelt ausmachen. Bei dieser Katastrophe, welche das Aussehen des Indischen Ozeans vollständig veränderte und eine ganz andere Verteilung von Wasser und Land herbeiführte, wurde zum Teil auch die grosse Insel Taprobane (Ceylon) überflutet, die Kepler nach dem Bericht verschiedener Kosmographen, wie des Diodorus Siculus in den südlich der Mündung des Indus gelegenen Teil des Arabischen Meeres verlegte. Seit der ersten Kunde von Ceylon durch den Anführer der macedonischen Flotte Alexanders hatte sich allmählich die Vorstellung von einer abenteuerlichen Grösse der Insel entwickelt und war durch Ptolemäus für alle folgenden Geographen zu einer unbezweifelbaren Wahrheit erhoben worden; als man genauere Kenntnis von jenen Gebieten erhielt, suchte man, so z. B. schon Marco Polo, das Verschwinden der Insel durch Abschwemmung zu erklären; bald wurde auch ihre

---

[1]) K. O. O., 3. Bd., S. 151.

einstige Lage rätselhaft, und einige, wie R. Gemma, Apian wollten in Sumatra das alte Taprobane erblicken, und an dieser Stelle nimmt dann auch Kepler Veranlassung, diese Anschauung als irrig zurückzuweisen.[1]) Denn die Entfernung von Arabien war vor jenem Einbruche der Wassermassen eine verhältnismässig so geringe, dass die Insel und das Festland der Kirchengeschichte zufolge nur einen Bischof besafsen, der hier wie dort seines Amtes waltete. Geringe Überreste jener in den Meereswogen versunkenen Insel erblickt Kepler in der Gruppe der Malediven, deren Verbindung mit Ceylon nun aufgehoben war.

Diese Annahme Keplers, dass die zahlreichen zerstreuten Inseln des Ostindischen Meeres Teile eines verschwundenen Festlandes sind[2]), ist eine jener bei ihm nicht seltenen Aufstellungen, durch welche er mit glücklich ahnungsvollem Blicke die Ergebnisse späterer wissenschaftlicher Forschung vorwegnahm; „man könnte ihn", schreibt Günther, „unter die Vorläufer der modernen Theorie von einem altgeologischen Kontinent „Lemuria" zählen."[3])

In gleicher Weise betrachtet Kepler, wie dies früher schon Columbus gethan hatte, die Inseln, welche den Mexikanischen Golf kranzförmig umschliessen, als Bruchstücke eines ehemaligen Festlandes, das im Laufe der Zeiten in den Strudeln des Meeres versank.

„Kepler würde sich also, wenn es sich zu seiner Zeit bereits um die Aufstellung genetischer Inselsysteme gehandelt hätte, jedenfalls bei einer Vielzahl von Eilanden für Festlandbruchstücke entschieden haben; im Gegensatz zu Varenius, welcher die meisten Inseln als gehobenen Meeresgrund ansprechen wollte. Die Zurückführung geologischer Kata-

---

[1]) Peschel-Ruge, Gesch. d. Erdkunde, S. 59; K. O. O., 3. Bd., S. 458, Anm. 20; Berger, Gesch. d. wissensch. Erdkunde d. Griechen, 3. Abt., S. 4, S. 75; 4. Abt., S. 59.

[2]) K. O. O., 3. Bd., S. 151; 7. Bd., S. 602, S. 799.

[3]) S. Günther, Geisteshelden etc., S. 50.

strophen auf das vereinte Zusammenwirken von Erdbeben und Sturmfluten erinnert übrigens unwillkürlich an die von E. Suess bezüglich der mesopotamischen Sintflut gewonnenen Ergebnisse."[1])

Aber auch Neubildungen verdanken wir dem Meere, so besonders in der Strasse zwischen Britannien und Frankreich, in welcher die Meeresströmungen von Norden und Westen zusammenstossen, sodass alle Erdmassen, die von der Küste Germaniens, Galliens und Britanniens hinweggeschwemmt werden, sich hier niederschlagen und zur Entstehung von Sandbänken Veranlassung geben.[2])

In jenen Bemerkungen, die Kepler seiner Uebersetzung des 13. und 14. Kapitels des aristotelischen Werkes „De motu Terrae" anfügt, würdigt er auch die einzelnen Beweise, welche für die Kugelgestalt der Erde aufgestellt wurden. Aristoteles erklärt die Entstehung der Erdgestalt durch das Wirken der Schwerkraft, welche alle irdische Materie nach dem mit dem Erdzentrum zusammenfallenden Weltmittelpunkte zieht und ein Gleichgewicht der Massen erst dann eintreten lässt, wenn jedes Teilchen der äussersten Schichte gleichweit von dem Zentrum der Anziehung entfernt ist; an diese Darlegungen schliesst Kepler folgende Betrachtung, die uns zugleich über seine Vorstellung vom Wesen der Schwerkraft Aufschluss gibt:[3]) „Ich kann diess sein argumentum wohl besser brauchen, wann sie schon nit mitten in der Welt stehet und wan schon die schwere Materien nit dahin zusammengefallen seind. Nemlich also: die Schwere ist nichts anders, dann der magnetische zug der Erden. Setze nun, die Erde sey ein weicher flüssiger Klumpp, der würde zusammensincken in eine Kugel, gleichwie die Wassertröpflin und Quecksilber-

---

[1]) Ders., J. Kepler u. d. tellur.-kosm. Magn., S. 61, Anm. 3.
[2]) K. O. O., 3. Bd., S. 151, S. 455, S. 460.
[3]) Ebd., 7. Bd., S. 749, Anm. 27.

Kügelin rund werden. Dann je die mehrere Menge zeucht zu sich das Wenigere, so weiter entan stehet, bis es umb und umb gleich weit vom mittelen wird. Wann dann die Erd so weich und flüssig gewest, wie ein Taig, da sie jung worden, so hat sie für sich selber eine runde Gestalt gewunnen"; ja selbst wenn, fügt Kepler bei,[1]) die Erde von Anfang an hart und starr war, so musste sie allmählich doch jene Rundung annehmen, welche der Wasserfläche zukommt, da der Erdkörper dem Wasser gleicht, nämlich durch Feuchtigkeit aufgelöst und durch Feuer verflüssigt werden kann. Dass die Wassermassen eine in sich zurücklaufende gekrümmte Oberfläche haben,[2]) entnimmt Kepler aus der Weltumseglung des Magalhaens; für ihre Rundung spricht auch die Art und Weise, wie hohe Gegenstände auf dem Meere vor dem Blicke des Nahenden auftauchen und mit wachsender Entfernung aus dem Bereiche seiner Wahrnehmung verschwinden; die Wölbung ergibt sich ferner aus der stetigen Erweiterung des Gesichtskreises mit wachsender Höhe. Doch ist sich Kepler klar, dass alle diese Beweisgründe von verschiedenen inneren Werte sind und nur einer als wirklich überzeugend betrachtet werden kann. Bewegen wir uns nämlich zu Wasser oder zu Land auf einem Meridian nach Norden oder Süden, so bemerken wir eine Zu- bezw. Abnahme der Polhöhe der einzelnen Gestirne, und zwar entspricht der Betrag der Aenderung der Grösse der zurückgelegten Wege; wenn wir ferner auf einem Parallelkreis nach Osten oder Westen wandern, so werden wir je nach Verhältnis der zurückgelegten Strecken einen verfrühten oder verspäteten Eintritt des Beginns oder Endes der Mondfinsternis beobachten. Diese Erscheinungen könnten aber nicht Platz greifen, wenn die Erde nicht sowohl von Süden

---

[1]) Ebd., 6. Bd., S. 129.
[2]) A. a. O.

nach Norden als auch von Osten nach Westen gerundet, also eine Kugel wäre.[1])

Aller Zweifel wird aber weiterhin beseitigt, wenn man berücksichtigt, dass der Astronom seinen Berechnungen immer den gleichen Erddurchmesser zu grunde legt und dabei Resultate erhält, welche mit den himmlischen Phänomen wohl übereinstimmen.[2]) Auch die Gestalt des Erdschattens bei den Mondfinsternissen kann die Richtigkeit der Annahme erhärten, indem im Laufe der Jahrhunderte die verschiedensten Teile der Erdoberfläche den Schatten geworfen haben und immer die Begrenzung desselben eine kreisförmige war. Nur auf dem Festlande scheint die Kugelgestalt durch die Erhebung der Gebirge beeinträchtigt zu werden, doch ist, wie Kepler sagt, die Höhe derselben eine so geringe, dass sie gegenüber der Grösse der Erdkugel nicht in Betracht kommen kann. Er selbst macht sich den Einwurf:[3]) „Interim concessisti, pleraque loca mediterranea umbilicos habere, dimidii milliaris Germanici altitudine super oceani superficiem exstantes. An vero haec non est satis notabilis altitudo?“ und antwortet darauf: „Unum vel dimidium milliare ad 800 vel 900 non habet proportionem sensibilem. Tanta vero reperitur globi Telluris semidiametrus.“[4]) Auf die geringen Erhebungen der Gebirgsgegenden schliesst Kepler auch aus der Natur der Flüsse, die schon nicht mehr ohne Gefahr schiffbar seien, wenn das Gefälle bei 200 Schritt mehr als 1 Schritt betrage; der nicht schiffbare Oberlauf sei aber bei den meisten Flüssen ein sehr kurzer, und dann würden sie in den ebenen Gebieten meist nur noch durch den Druck der nachströmenden Wassermassen in Bewegung erhalten.[5])

---

[1]) A. a. O., S. 130.
[2]) A. a. O.
[3]) A. a. O., S. 132.
[4]) Aehnlich äussert sich Kepler in seiner Optik (ebd., 2. Bd., S. 285).
[5]) Ebd., 6. Bd., S. 129.

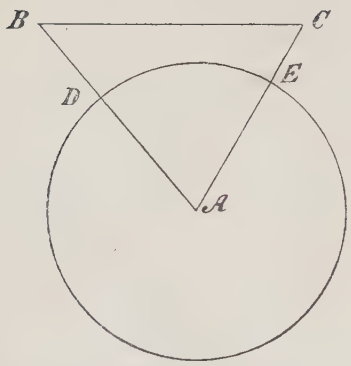
Mit dieser Auffassung bekundet Kepler, was besonders hervorgehoben zu werden verdient, gegenüber vielen, nur wenig älteren Geographen einen sehr richtigen Blick. Auch der Umstand, dass die höchsten Gebirge Wasserscheiden von Flüssen bilden, deren Quellen sich sehr nahe beinander befinden und die in der eben angegebenen Weise nach entgegengesetzten Richtungen fliessen, veranlasst Kepler, eine relativ geringe Höhe anzunehmen.[1])

Die Grössenverhältnisse beschäftigen Kepler ebenfalls in seiner „Epitome Astronomiae Copernicanae"; denn wenn es auch zu den Aufgaben der Geographie gehört, die Entfernung der Orte und die Wölbung der Oberfläche und damit den Erdumfang zu berechnen, so hat doch auch die Astronomie, wie Kepler schreibt,[2]) an der Lösung dieser Fragen hohes Interesse, denn ein Wechsel des Beobachtungsortes bringt eine vollständige Aenderung der Himmelserscheinungen mit sich; auch bildet der Erdhalbmesser die Masseinheit für alle Entfernungen im Himmelsraume. Bei dem historischen Sinne, der Kepler auszeichnet, ist es natürlich, dass er uns einen Rückblick gibt auf alle die Versuche, die vor seiner Zeit angestellt wurden, um den Umfang der Erde zu ermitteln. Er schildert uns aber nicht nur das Verfahren, welches Eratosthenes und Posidonius[3]) im Altertum befolgten, sondern stellt auch selbst eine Methode auf, welcher er eine gewisse Aehnlichkeit mit jener des Clavius nicht absprechen kann.[4])

Kepler geht davon aus, dass infolge der Erdrundung die an verschiedenen Orten durch das Erdzentrum gezogenen Lotrechten im Erdmittelpunkte mit einander einen Winkel einschliessen müssen, dessen Bestimmung keine Schwierig-

---

[1]) A. a. O., S. 128.
[2]) A. a. O., S. 135.
[3]) A. a. O., S. 134.
[4]) A. a. O., S. 132 ff.



keit bereitet. In beistehender Figur sei BD ein Berg, CE ein Turm, die Lineardistanz beider DE = a sei bekannt. Misst man nun die Winkel, welche die Lotrechten BA und DE mit der Visierlinie BC einschliessen, so ergibt sich der Zentriwinkel bei A, und nun lässt sich ähnlich wie bei dem Verfahren des Eratosthenes der Erdumfang aus folgender Proportion berechnen: $BAC : 360^0 = a : 2r\pi$; man erhält nämlich $r = \frac{180 . a}{\pi . BAE.}$.

Kepler selbst wandte sein Verfahren, dessen Schwäche er übrigens später[1]) sehr wohl selbst erkannte, nur einmal in Steiermark praktisch an, denn seine Absicht, der Anregung des Erzbischofs von Köln Folge zu leisten und die Neigung der Perpendikel in München und Freising zu messen, kam nicht zur Ausführung;[2]) doch wurde der Versuch von Riccioli und Grimaldi gemacht, und Klose erzielte auf die beschriebene Weise durch Ermittelung des Hauptkreisbogens zwischen Durlach und Strassburg ein Resultat, das trotz des grossen Refraktionsfehlers nicht allzusehr von dem wahren Werte abweicht.[3])

Dem Astronomen freilich ist es nach den Darlegungen Keplers sehr leicht, die Aufgabe zu lösen. Er sucht die Differenz der Polhöhen zweier Orte, die auf dem gleichen

---

[1]) Kepler schreibt am 2. März 1629 an Rehm: „De dimensione Terrae methodum tuam scire velim. Et ego unam tentavi, cuius in Opticis mentio et in Epitome. Sed eam mihi Snellius suspectam facit per refractiones." A. a. O., S. 63.

[2]) Ebd., 5. Bd., S. 44.

[3]) S. Günther, Handbuch d. mathem. Geogr., S. 231 f.; ders., J. Kepler u. d. tell.-kosm. Magn., S. 40, Anm. 5.

Meridian liegen und deren Entfernung bekannt ist, und erhält dann aus der obigen Proportion den Erdumfang und damit auch den Erdradius.[1])

In einem Briefe an Herwart von Hohenburg vom 24. November 1607[2]) hatte sich Kepler schon einmal mit der Frage der Erdmessung beschäftigt. Daselbst legt er seinen Plan dar, wie er ohne Rücksicht auf die Himmelserscheinungen den Erdumfang messen würde, wenn ihm sein Gesundheitszustand dies erlaubte. Bei den nördlichsten Erhebungen Norwegens würde er mit der Ausführung seiner Messungen nach der dargelegten Methode beginnen und sie streckenweise von Gebirge zu Gebirge längs eines Meridians bis südlich nach Apulien und Sizilien fortsetzen. Doch ist Kepler der Ansicht, dass es nicht genügt, nur in nordsüdlicher Richtung eine Messung vorzunehmen, sondern er hält es für unumgänglich nötig, in gleicher Weise auch die Natur der Rundung der Erde von Osten nach Westen festzustellen, so dass etwa die Linie von Siebenbürgen westlich bis an die Küste Spaniens genauer untersucht würde. Diese Notwendigkeit einer doppelten Messung in zwei auf einander senkrecht stehenden Richtungen betont er mit den Worten:[3]) „Ac etsi mea nihil interest, quam in plagam vergat linea connectens duos locos: tamen si postea per hunc modum explorare vellemus rationem diversae curvitatis Telluris, idque intra unam regionem, oporteret sane duas esse operationes et linea semel in austrum semel in orientem deberet porrigi.“ Zu dieser Forderung wurde Kepler durch einen französischen Kosmographen, Namens Thevet, geführt; dieser vertrat die Ansicht, die Erde sei keine Kugel, sondern „in forma cylindrica quodammodo versus boream oblonga“, ziehe sich also, wie Herwart sich ausdrückt,[4]) gegen Norden in die Länge, sodass

[1]) K. O. O., 6. Bd., S. 134.
[2]) Ebd., 5. Bd., S. 43.
[3]) A. a. O., S. 44.
[4]) A. a. O., S. 41.

ihre Gestalt etwa der eines Eies gleichen würde.[1]) Wenn Herwart als Beweis dafür die Nordweisung des Magneten betrachtet, so kann ihm Kepler hierin nicht Recht geben, da er in diesem Verhalten nur das Wirken einer Kraft erblickte, die nach seiner Auffassung keine Beziehung zur Gestalt des Eisens oder der Erde haben kann; doch hält er im übrigen jene Lehren Thevets für sehr beachtenswert und stellt in Aussicht, dass auch sein „Hipparch", dessen Abfassung solange seine Gedanken in Anspruch nahm, aber nie verwirklicht wurde,[2]) ähnliche Betrachtungen enthalten werde, und zwar auf grund der Beobachtung, dass sowohl bei totalen als auch bei partialen Mondfinsternissen der Durchmesser des Erdschattens eine wechselnde Grösse zeige;[3]) dem Geiste Keplers aber entspricht es, wenn er auf die Notwendigkeit eingehender Prüfung hinweist und davor warnt, sich widerstandslos einer Ansicht hinzugeben, die möglicherweise auf Irrtümern beruhe; diese Zweifel sollte eben eine Erdmessung in der Richtung des Meridians und Parallelkreises beseitigen.[4]) Im übrigen herrschte noch grosse Unsicherheit über die Grösse

---

[1]) S. Günther, Handbuch d. mathem. Geogr., S. 279; ders., J. Kepler u. d. tellur.-kosm. Magn., S. 39, Anm. 5. Günther hält diese Aufstellung nicht für das geistige Eigentum Thevets, sondern für eine Erneuerung der Ideen, welche nach dem Berichte des Cassiodorius der Römer Terentius Varro äusserte.

[2]) K. O. O., 5. Bd., S. 255. Der „Hipparch" sollte ein Handbuch der sphärischen und theoretischen Astronomie werden; als Ersatz für das versprochene Werk betrachtet Kepler die Rudolphinischen Tafeln. Vgl. S. Günther, J. Kepler u. d. tellur.-kosm. Magn., S. 40 Anm. 3.

[3]) K. O. O., 5. Bd., S. 43. Aehnliche Gedanken äusserte Kepler auch a. 1624. Vgl. auch Günther, Handbuch d. math. Geogr., S. 279 f. An anderer Stelle (J. Kepler u. d. tellur.-kosm. Magn. S. 40, Anm. 4) bemerkt derselbe Verfasser, dass Keplers Annahme eine irrtümliche sei; denn wenn auch der Aequatorialhalbmesser der Erde grösser sei als der Polarhalbmesser, so sei dieser Unterschied doch nicht beträchtlich genug, um ihn an dem Erdschatten durch Messung nachweisen zu können.

[4]) S. Günther, Geisteshelden, hrsg. v. Bettelheim, 22. Bd., Kepler-Galilei, S. 61.

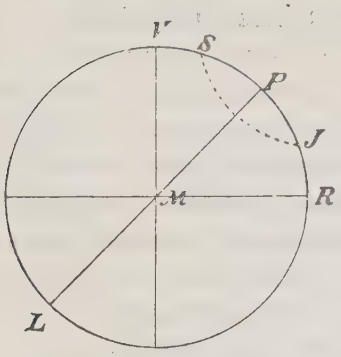
eines Grades, da eben die Messung einer Erdstrecke infolge der natürlichen Unebenheiten zu Zeiten Keplers noch grosse Schwierigkeiten bereitete; Kepler schliesst sich der in jener Zeit üblichen Annahme an, wonach $1^0 = 15$ deutsche Meilen beträgt, was für den Erdumfang 5400 und für den Erdhalbmesser 860 Meilen ergibt.

Das Problem der Ortsbestimmung erfährt bei Kepler natürlich eine eingehendere Behandlung als sie anderen geographischen Fragen zu teil wird, denn an der möglichst vollkommenen Lösung der hier gestellten Aufgaben sind Geographie und Astronomie in gleichem Grade interessiert, wie dies Kepler selbst in seiner „Epitome Astronomiae“[1]) betont. Und gerade zur Zeit des genialen Astronomen fehlte es noch sehr an zahlreichen, sorgfältig durchgeführten Beobachtungen. Selbst die geographische Breite liess sich noch sehr häufig nicht mit genügender Sicherheit feststellen; mit welchen Schwierigkeiten die Kartographen zu kämpfen hatten, und von welch' zweifelhaftem Werte die Ergebnisse ihrer Arbeit waren, darauf weist Kepler in den Rudolphinischen Tafeln hin:[2]) „Quod poli altitudines attinet, omnis eorum certitudo pendet ab observationibus coelestibus. Cum autem paucis in locis sit observatum, nec id semper accurate, tabularum geographicarum auctores ea loca a mathematicis desumunt, loca vicina unius et eiusdem provinciae pro ratione propinquitatis itinerariae et plagae accomodant; saepe etiam geographiae Ptolemaei fidunt, qui solam fere longitudinem diei aestivae longissimae, ut eam ex relatu aliorum habere potuit, est secutus.“ Diese Karten werden aber nach Kepler wieder von den Mathematikern benutzt, als ob sie vollständig richtig wären; nur wenige seien darauf aufmerksam, auf welch schwachen Grundlagen sie bauen. Nicht verwundern kann es dann, wenn so beträchtliche

[1]) K. O. O., 6. Bd., S. 298.
[2]) A. a. O., S. 555.

Differenzen bezüglich der Polhöhe auftreten, wie sie aus den von Kepler selbst gegebenen Beispielen hervorgehen.[1])

Als geeignetste Methode zur Bestimmung der Polhöhe empfiehlt Kepler die Messung der Höhe zur Zeit der oberen und unteren Kulmination eines Zirkumpolarsternes; das arithmetische Mittel aus beiden Beträgen gibt uns direkt die Polhöhe, welche der geographischen Breite entspricht.



Kepler erläutert das Verfahren an folgendem Beispiel: VRL sei die orthogonale Projektion eines Meridians, PL die Weltachse und SI die Projektion der Kreisbahn eines Fixsterns; nun sei SR = $51^0\ 3'$, IR = $45^0\ 29'$; es ist dann SR—RI = SI = $5^0\ 34'$; daher $^1/_2$ SI = $2^0\ 47'$; folglich PR = IR + SI = $45^0\ 29' + 2^0\ 47' = 48^0\ 16'$.[2])

Noch grösser war aber naturgemäss, wie auch Kepler hervorhebt,[3]) die Unsicherheit, welche bei der Bestimmung der geographischen Länge herrschte. Welch ungeheure Schwierigkeit in der Aufgabe lag, unter der grossen Zahl der widersprechenden Angaben ein annähernd richtiges Resultat zu erzielen, das ergibt sich aus einem Beispiel, welches uns Kepler selbst anführt.[4])

Erhöht wird diese Schwierigkeit durch die beispiellose Willkür, die sich bei der Annahme des ersten Meridians

---

[1]) A. a. O., S. 555.

[2]) A. a. O., S. 217.

[3]) A. a. O., S. 455. Die grossen Abweichungen in der Angabe der Länge hebt auch Wolf (Gesch. d. Astronomie, S. 380) hervor.

[4]) K. O. O., 6. Bd., S. 554 f., Fussnote. Dort gibt er uns die selbst bei den bedeutendsten Astronomen beträchtlich auseinandergehende Längendistanz zwischen Rom und Nürnberg.

geltend machte. Im Altertum wurde, so beginnt Kepler seine Betrachtungen über diesen Punkt,[1]) die Zählung bei dem Meridian durch die Canarischen Inseln[2]) begonnen; da sie sich an der westlichen Grenze der damals bekannten Welt befanden, schien die Natur selbst auf dieses Verfahren hingewiesen zu haben. Aber im Laufe des Mittelalters griff eine solche Verwirrung um sich, dass jeder Geograph nach Laune seinen eigenen Nullmeridian wählte; Kepler schildert in seiner „Epitome Astronomiae"[3]) diese unhaltbaren Verhältnisse: „Hodierni geographi et Arabes etiam ante haec saecula libertatem hic nonnullam pro se quisque usurpant, alii a Gadibus, alii a Lusitaniae occidentalissimis, alii ab illis insulis incipientes, penes quas magnetica cuspis praecise in polum mundi vergit, quae insulae Corvi et promontorii Viridis appellantur, suntque Canariis aliquot gradibus occidentaliores."[4]) Kepler selbst aber bezog alle seine Längenbestimmungen auf den Meridian von Uranienburg.

In den Rudolphinischen Tafeln rechtfertigt er sein Vorgehen;[5]) ausführlich aber entwickelt er die Gründe, die ihn dazu veranlassten, in dem 1626 erschienenen Dialog über den gregorianischen Kalender. Der „Mathematicus" macht daselbst[6]) auf die Verschiedenheiten aufmerksam, welche bei der Osterrechnung auftreten, und weist auf die Notwendigkeit hin, derselben einen bestimmten Meridian zu grunde zu legen; doch könnte, fährt er fort, bei der Uebertragung ins praktische Leben die örtliche Lage nicht vollständig un-

---

[1]) A. a. O., S. 191 f.

[2]) Nach Peschel-Ruge (Gesch. d. Erdkunde, S. 25) sind die „insulae fortunatae" die Canarien.

[3]) K. O. O., 6. Bd., S. 192.

[4]) Bezügl. d. arabischen Zählung vgl. auch K. O. O., 6. Bd., S. 558. Wie berechtigt diese Klagen Keplers waren, zeigt der Ueberblick, den S. Günther in seinem „Referat über die Wahl eines einheitlichen Meridians" gibt. (Verhandlung. d. 4. deutsch. Geographentages, Berlin 1884, S. 49).

[5]) K. O. O., 6. Bd., S. 542.

[6]) Ebd., 4. Bd., S. 39 ff.

berücksichtigt bleiben: „Nämlich alle Juden halten einen einigen Tag für Iren Ostertag: aber die in Hispania fahen Ine erst an, wan die in India Ine schon halb hinder sich gebracht. Dan wan in Hispania die Sonn undergehet, gehet sie in India schon wider auff.“ Auf die sich anschliessende Aufforderung hin, sich nun auf einen bestimmten Meridian zu einigen, schlägt der „Ecclesiastes“ vor, die Zählung vom „Meridiano Jerosolymitano“ zu beginnen; ihm gegenüber weist aber der „Confessarius“ auf den Meridian von Rom hin, und der „Syndicus“ erklärt aus folgenden Gründen den Vorschlag für annehmbar:[1]) 1) Weil Rom, Praag, Ween in Denemark under Ime gelegen; nu hatt das Römische Reich, so jetzo bei uns Teutschen ist, den Namen von Rom. So ist Praag des fürnemisten auss den siben Churfürsten, und eine guette Zeitt hero des Römischen Kaysers Sitz. Auff Ween aber in Dennemarckh hatt der fürtreffliche Man Tycho Brahe seine observationes gehalten.

2) So theilt dieser Meridianus Europam fast in der Mitten, und streicht hie durch, da diss Theil der Welt am braittsten ist. Hier naheten wir uns abermahl in einem Puncten zu dem Stylo Gregoriano, und prae judicierten doch kheiner Kirchen, sondern stelleten denen in India oder Hispaniis frey, disen Meridianum Romanum mit uns oder jren eigenen anzunehmen.“ Im übrigen, betont er weiter, könne der Christenheit kein Aergernis daraus entstehen, wenn in jenen Ländern Ostern zu anderen Zeiten gefeiert würde wie bei uns; wir könnten daran ebensowenig Anstoss nehmen wie an der Nachricht, dass sie im Juni Winter und um Weihnachten Sommer haben. Diesen Gründen kann der „Ecclesiasticus“ überzeugende Kraft nicht absprechen, doch möchte er den Meridian lieber den „Pragerischen als den Römischen“ nennen. Bemerkenswert ist, dass Kepler bei dieser Gelegenheit auch einen Gedanken ausspricht, der erst nach über 250 Jahren verwirklicht werden sollte. Kepler erörtert jene

[1]) A. a. O., S. 41.

Vorgänge, welche bei der Rückkehr der „Viktoria“ von der ersten Weltumseglung unter Magalhaens so ungeheueres Aufsehen erregten und deren Erklärung lange grosse Schwierigkeiten bereitete; mit Bezug auf die Feier der kirchlichen Festtage führt er dann weiter aus:[1]) „Wan es sich begäbe, dass zwen Juden zusamen in Japonien khämen, einer auss Hispania durch Peru, der ander auss Arabia durch Indien, so müessten sie in Japonien zwen Sabbath halten, der auss Arabia vorher, der aus Peru den nechsten Tag hernach. Es wär dan sach, dass sie sich miteinander verglichen, wölliches Sabbath den Vorzug haben sollte.[2]) . . . . . Und so das Christenthumb durch Gottes Schickhung in aller Welt ausgebreittet würt werden, so khan man nit umb, in einem Ort der Welt würt man hieseit des Baches Sontag, jenseitt zumahl Montag haben, und khein Theil dem anderen weichen khönnen, es wär dan sach, dass man dem Tag nach Gelegenheitt der Lande underschidliche Anfänge machete, da um zwölff, besser hinein um ein Uhr, noch besser um zwey und so fortan: dass also nit nur in der Osterrechnung, sondern auch in der Execution sollicher Rechnung, nämlich in Haltung der Feste auff ein einiges Ort in der Welt gesehen würde . . . . . .“ In den letzteren Worten finden wir einen Hinweis auf die 24 Stundenzonen von je 15^0 Länge, in welche man nach einem Vorschlage der neuesten Zeit die Erdoberfläche teilen wollte; auch Kepler möchte dabei, wie wir sehen, die Landesgrenzen berücksichtigt haben; es kam also nur ein Gedanke Keplers zur Ausführung, wenn wir heute wenigstens in Mitteleuropa auch im bürgerlichen Leben nach einer sogen. Einheitszeit rechnen.[3])

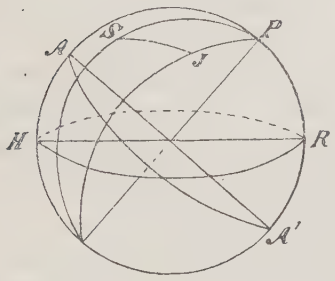
[1]) Ebd., 6. Bd., S. 298; 4. Bd., S. 39 f.

[2]) Diese Frage hat Kepler schon in seiner „Epitome Astronomiae“ behandelt; er fügt an jener Stelle (ebd., 6. Bd., S. 299) noch bei: „Quin etiam Christiani, festorum suorum observatores rigidi, vexabuntur eadem perplexitate; cum omnia festa, ut Judaei ab occasu Solis in quovis loco, sic Christiani ab ortu incipiant.“

[3]) Günther, Geisteshelden, hrsg. v. Bettelheim, 22. Bd., Kepler-Galilei, S. 54.

Keplers Sorge war immer zu erforschen, wie weit von dem Meridian von Uranienburg jene Orte abstehen, in denen bedeutende Mathematiker ihre Beobachtungen angestellt haben.[1]) Zur Ermittelung der geographischen Länge konnte man sich verschiedener Methoden bedienen, aber die meisten waren, wie Kepler bemerkt, zwar recht geistreich, aber zur praktischen Verwendung nicht tauglich.[2]) Unter den Verfahren, welche von den verschiedensten Seiten empfohlen wurden, hatten vor allem zwei grössere Bedeutung. Die Berechnung der geographischen Länge einerseits aus Polhöhe und Marschentfernung, andererseits aus Verfinsterungen von Sonne und Mond.

Anleitung zu dem ersten Verfahren gibt uns Kepler im 3. Buche seiner „Epitome Astronomiae“[3]) und auch in der Einleitung seiner Rudolphinischen Tafeln,[4]) damit es dem Berechner möglich sei, den Ortskatalog zu verbessern und zu vermehren. Zunächst fordert er die Verwandlung der direkten Marschentfernung in Grade eines grössten Kugelkreises, wobei 15 deutsche Meilen gleich 1^0 zu setzen sind. Sind nun S und I die beiden Erdorte und verbindet man diese mit dem Pole durch Hauptkreisbogen, so kennt man in dem sphärischen Dreieck SIP die drei Seiten und kann daraus den Winkel SPI am Pol und damit die Differenz der Längen berechnen.[5]) Bezüglich der Benutzungen der Marschentfernungen mahnt Kepler an verschiedenen Stellen zur Vor-



[1]) K. O. O., 6. Bd., S. 23.
[2]) A. a. O., S. 555.
[3]) A. a. O., S. 298.
[4]) A. a. O., S. 559.
[5]) S. Günther, Handbuch d. mathem. Geogr., S. 565 f. A A' ist der Aequator, H R der Horizont.

sicht; so bittet er in einem Briefe an Krüger,[1]) ihm die Entfernungen nicht nur in Meilen, sondern auch in Stunden anzugeben, die ein Unbepackter zum Zurücklegen des Weges braucht; auch solle er immer dabei bemerken, ob der Weg steil oder eben ist. Muss Kepler diese Methode als eine schon an sich unsichere bezeichnen, so erscheint sie ihm ganz unzuverlässig in fernen Gegenden, weil hier dem Europäer sehr häufig der Masstab für eine richtige Schätzung der Entfernungen fehlt; insbesondere gilt dies für Asien, für welches nach den Zügen Alexanders, die die Quelle Strabos bilden, nur noch die „unglaubwürdigen" Berichte des Paulus Venetus und Lud. Vartomannus vorliegen; seinen Zweifel an ihren Angaben der Entfernungen begründet er mit folgenden Worten: „Itinera enim caravanarum per vastas et inhospitas solitudines inter se valde inaequalia esse puto et si ea viribus camelorum metienda sunt, eas nos Europaei vulgo ignoramus."[2])

Für zwei nicht allzuweit von einander entfernte Orte empfiehlt Kepler noch eine andere Methode. Dieser sog. „modus chorographicus" kann nur dann Anwendung finden, wenn der eine Ort im Gesichtskreise des anderen liegt. Von beiden kenne man die Polhöhe, von dem einen den Meridian und vom anderen das Azimut („angulus positionis") in Bezug auf denselben; in dem sphärischen Dreieck SIP sind dann PS, SI und der Winkel PSI bekannt, während wiederum SPI gesucht ist. Dem fügt Kepler bei:[3]) „Quem modum nautae quadamtenus imitantur usu rosae nauticae, si in ejusdem venti plagam continuo navigent, altitudinem poli et in loco unde solvunt et ubi appellunt observent. At quia ipsi non in circulo magno navigant (plagam eandem observantes), sed spiralem globi, missum igitur hunc modum faciamus, ut mere geographicum." Die Aufgabe, welche Kepler hier

[1]) K. O. O., 6. Bd., S. 24.
[2]) A. a. O., S. 558.
[3]) A. a. O., S. 300.

stellte, liess bei dem damaligen Stande der Mathematik, wie Günther bemerkt,[1]) noch keine Lösung zu; Beachtung verdient aber, dass Kepler den Kurs des Schiffes als eine Spirallinie bezeichnet. Dass er das Wesen der Loxodrome schon früher vollständig erkannt hatte, geht auch aus folgender Stelle eines Briefes an Herwart vom Januar des Jahres 1607 hervor:[2]) „Quales lineae quibus ventis navigentur, hodie abunde docent omnes globi, globorum fragmenta[3]) et chartae, maxime Hondii, qui sic adornat suas chartas, ut quae sunt in globo spirales lineae, ipse rectis perfectissime possit exprimere.“ Nach dieser Aeusserung, die Keplers Vertrautheit mit der loxodromischen Kurve zeigt, verdient er nach Günther[4]) eine Stelle neben Nonius, Stevin und G. Mercator. „Auch den Zweck der Seekarten mit wachsenden Breiten erläutert er in den obigen wenigen Worten mit vollster Sachlichkeit, nur irrt er darin, dass er das Verdienst der Erfindung der Mercatorprojektion dem Hondius beilegt.“

Die zweite der bezeichneten Methoden zur Ermittelung der geographischen Länge ist diejenige, von welcher Kepler selbst am häufigsten Gebrauch machte. In der „Epitome Astronomiae“ stellt er die Frage, welche Bedeutung die Beobachtung von Sonnen- und Mondfinsternissen habe, und antwortet darauf:[5]) „Est hoc unicum fere adminiculum inquirendi locorum longitudines seu differentias meridianorum.“ Bei der Ausarbeitung der Rudolphinischen Tafeln zog aber Kepler nur jene Beobachtungen bei, welche an verschiedenen Orten von mehreren Personen gleichzeitig angestellt worden waren; erst ihre Uebereinstimmung schien ihm die Richtigkeit ihrer Wahrnehmungen zu verbürgen, und er liess es

---

[1]) S. Günther, J. Kepler u. d. tellur.-kosm. Magn., S. 42, Anm. 3.

[2]) K. O. O., 3. Bd., S. 455.

[3]) Was Kepler damit meint, ist nicht klar; S. Günther (J. Kepler u. d. tellur.-kosm. Magn., S. 41, Anm. 5) wirft die Frage auf, ob in den Werken nicht eine Andeutung der sog. „gekrümmten Karten“ liege.

[4]) S. Günther, a. a. O., S. 41, Anm. 6.

[5]) K. O. O., 6. Bd., S. 514.

sich, wie er sagt, nicht verdriessen, mit unermüdlichem Fleisse alle einschlägigen Berichte, die nicht zu häufig sind, zu sammeln. Aber auch die Verfinsterungen sind ihrer Natur nach von sehr verschiedenem Werte: „Circa hunc modum illud inprimis est observandum, solares eclipses, praesertim magnas, esse multo aptiores lunaribus.“[1]) Beginn und Ende können bei den ersteren nämlich sehr genau festgestellt werden; es ergibt sich auch aus der Rechnung der Zeitunterschied der verschiedenen Phasen, so dass auch die darauf bezüglichen Beobachtungen, die zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten gemacht wurden, mit einander verglichen werden können; zugleich aber ist die Methode, die Wirkung der Parallaxen zu beseitigen, eine wohlausgebildete und durchaus zuverlässige. Wenn, schreibt Kepler,[2]) an einem Orte eine Sonnenfinsternis mit allen Nebenumständen in richtiger Weise beobachtet worden ist, an andern Orten aber nur die Augenblicke des Anfangs und des Endes genau gegeben sind, so kann aus diesen Bestimmungen die Differenz der Meridiane aufs schärfste ermittelt werden. Zum zweitenmale wurde der schon im Altertum auftretende Gedanke, diese Verfinsterungen zu Längenbestimmungen zu benutzen, von Kepler in das Praktische übertragen, indem er freilich noch ungenau den Längenabstand seines Wohnortes Graz von Uranienburg berechnete.[3]) Insbesondere sucht Kepler die Beobachtungen der Mondfinsternisse in den Jahren 1560, 1605 und 1621 für seine Zwecke auszunützen.[4]) In der Scheidung der scharfen Beobachtungen von den fehlerhaften bewies Kepler eine staunens-

[1]) A. a. O., S. 555.

[2]) Ebd., 2. Bd., S. 374.

[3]) S. Günther, Handbuch d. math. Geogr., S. 579; Peschel-Ruge, Gesch. d. Erdkunde, S. 400. Der erste Versuch rührte von Ptolemäus her.

[4]) S. Günther, Geisteshelden, hrsg. v. Bettelheim, 22. Bd., Kepler-Galilei, S. 57.

werte Meisterschaft, so dass nach Peschel-Ruge[1]) seine Ortsbestimmungen die höchsten Kleinodien der mathematischen Erdkunde bis zu den grossen Verschärfungen in der 2. Hälfte des 17. Jahrhundert waren.

Mit der Vervollkommnung des Fernrohrs lernte man auch die Bedeutung der Mondfinsternisse für die Längenbestimmung kennen und berichtigte zugleich den oben ausgesprochenen Irrtum Keplers, dass die Sonnenfinsternisse zur Lösung der Aufgabe geeigneter seien; während nämlich der Schatten des Mondes auf der Erde ziemlich langsam fortrückt, tritt bei dem Monde die Verfinsterung für alle Erdbewohner gleichzeitig ein, wenn man von den eben durch die Längendifferenz bewirkten Abweichungen in der Beobachtungszeit absieht; zugleich aber ermöglicht es jetzt das Teleskop, Anfang und Ende der Verfinsterung genau zu bestimmen und die Zahl der Beobachtungen durch die Aufzeichnung des Zeitpunktes, in welchem die Schattengrenze über die verschiedenen Mondberge hinweggeht, beliebig zu vermehren.[2])

Weitere Methoden, die Kepler gelegentlich bespricht, ergeben sich durch die Benutzung der Chronometer und der Magnetnadel. Krüger erbat sich in einem Briefe vom Jahre 1615 das Urteil Keplers über seinen Gedanken, die Längendifferenz „per sciatherica solaria et horologia automata" zu bestimmen. Kepler hält diese Methode, zu deren Anwendung ihm ursprünglich auch, jedoch wie er gesteht, irrtümlicherweise die Kenntnis der Marschentfernung nötig schien, für gut, wenn sie von einem geübten und zuver-

---

[1]) Peschel-Ruge, Gesch. d. Erdkunde, S. 403.

[2]) S. Günther, Handbuch d. math. Geogr., S. 580. In Kürze weist Kepler (K. O. O., 8. Bd., S. 54, Anm. 134) auch auf die Verwendung der Monddistanzen zur Längenbestimmung hin: „Habemus quidem eclipses et applicationes Lunae ad fixas." Vgl. S. Günther, J. Kepler u. d. tellur.-kosm. Magn., S. 42, Anm. 5.

lässigen Beobachter ausgeführt wird; doch wendet er ein:[1]) „Sola dubitatio restat, plusne possit errare automaton inaequabilis tensionis motusque cum aëre variabilis, an aestimatio distantiae itinerariae. Nam si huic fidimus, facile per diversas poli altitudines elicimus differentiam meridianorum.“ Es erscheint ihm also die direkte Vergleichung der Ortszeiten mittelst tragbarer Uhren unzuverlässig, da deren Gang von zu vielen äusseren Umständen beeinflusst werden könnte; er glaubt, dass die Berechnung der Längendifferenz aus den Polhöhen an beiden Orten und ihrer freilich auch unsicheren Distanz immer noch ein besseres Resultat ergebe. Aus den von Kepler mit Recht angeführten Gründen liess sich also auch damals noch nicht der schon von Ferdinand Columbus, dem Sohn des grossen Entdeckers, und Gemma Frisius gemachte Vorschlag verwirklichen, und erst in der Mitte des 18. Jahrhunderts konnte nach der Konstruktion der feinen Chronometer jene Methode Anwendung finden.[2])

Im vorausgehenden ist schon darauf hingewiesen worden, dass gewisse Geographen und Astronomen auch von dem sog. magnetischen Nullmeridian an ihre Zählung beginnen; man hatte nämlich beobachtet, dass in dem Meridian, welcher sich über die westlichen Azoren (die westlichste führte den Namen: „insula corvi“) zog, die Magnetnadel genau nach dem Nordpol weise, eine Deklination also hier nicht auftrete.[3]) Damit schien aber die schwierige Aufgabe der Meridianbestimmung gelöst und ein Naturmeridian gegeben; lange bemühte man sich nun, eine naturgemässe Methode zur Ermittelung der geographischen Länge aus-

---

[1]) K. O. O., 6. Bd., S. 25.

[2]) Wolf, Gesch. d. Astronomie, S. 380. S. Günther, Handbuch d. math. Geogr., S. 592 ff.

[3]) Poggendorff, Gesch. d. Physik, S. 274. Porta hatte den Vorschlag gemacht, einen grossen Kompass, etwa von 10 Fuss Durchmesser, bei einer Reise über das Atlantische Meer genau zu beobachten, um damit die geogr. Länge zu bestimmen.

findig zu machen; denn man hielt daran fest, dass gewisse Beziehungen zwischen der Missweisung und der geographischen Länge bestünden, deren Gesetzmässigkeit nur erforscht werden müsste. Auch Kepler trat diesen Ideen näher und brachte ihnen lange Jahre hohes Interesse entgegen. Welche Wandlungen aber seine Anschauungen durchmachten, können wir aus dem zweiten Abschnitte von Günthers Schrift über den tellurisch-kosmischen Magnetismus Keplers[3]) ersehen; an der Hand dieser Untersuchungen wollen wir in Kürze die Entwickelung Keplers betrachten.

Zum erstenmale beschäftigt er sich mit dem Magnetismus in einem Briefe an Herwart vom 7. April 1598;[4]) dieser hatte an ihn die Frage gerichtet: „Ob und wie weit, oder vielmehr quanto angulo acus nautica magnete illita von dem polo mundi an einem oder mehr Orten, cuius loci longitudo et latitudo sit cognita, auf die Seiten ausschlage oder incliniere"; zugleich hatte er in einer Nachschrift die Behauptung Pedros de Medina angefügt, dass eine Deklination der Magnetnadel nirgends auftrete. Kepler berichtet ihm darauf, er habe vor zwei Jahren in München einen Globus Philipp Apians gesehen und dabei von dem Kustos der Bibliothek erfahren: „instituisse Apianum novam longitudinum discendarum doctrinam ex declinatione magnetis." Kepler erscheint dies aber nur in dem Falle möglich, wenn Apian den Punkt gekannt hat, nach welchem sich die Magnetnadel einstellt: „Quodsi polus magnetis certo deprehensus esset, facile esset negotium ex doctrina triangulorum colligendi vel declinationem magnetis ex data longitudine et latitudine, vel loci longitudinem ex data latitudine et declinatione magnetis." Kepler gibt dann auch an einer späteren Stelle ein Beispiel, in welcher Weise unter

---

[3]) S. Günther, J. Kepler u. d. tellur.-kosm. Magn., S. 20 ff.

[4]) A. a. O., S. 20 f. K. O. O., 2. Bd., S. 812.

dieser Voraussetzung die Rechnung durchzuführen wäre. Mit den eben angeführten Worten aber hat Kepler das Ziel aller seiner nächsten Bestrebungen angegeben; wir sehen ihn schon in diesem Briefe und dann auch in den folgenden Schreiben an Herwart vom 9/10. April, 30. Mai und 6. August 1599[1]) mit allen Kräften bemüht, die Lage der Magnetpole zu erforschen. Den Grundgedanken, welcher alle diese Untersuchungen Keplers bestimmte, können wir am besten aus folgender Darlegung der bezeichneten Abhandlung entnehmen:[2]) „Wir bemerken, dass die Ansicht Keplers über den Ort des Magnetpoles aus einem gewissen kosmogonischen System entsprang, welches er sich selbst gebildet hatte. Als Gott die Erde schuf, so liesse sich der Kernpunkt dieses Systems etwa kennzeichnen, stand die Erde still; Gott erteilte ihr den Rotationsimpuls, und in diesem Augenblicke fiel der magnetische Pol mit dem kinematischen zusammen. Ebenso stand die Umdrehungsachse der Erdkugel damals senkrecht auf der Ebene, in welcher der Schwerpunkt ersterer seine Kreisbahn um die Sonne beschreiben sollte; es gab keinen Gegensatz der Jahreszeiten, wie sich das für ein paradiesisches Zeitalter eigentlich von selbst versteht. Mehr und mehr jedoch neigte sich später die Erdachse gegen die Bahnebene, es entstand eine stetig wachsende Schiefe der Ekliptik, und um denselben Bogenbetrag, um welchen diese Schiefe zunahm, rückten Magnetpol und Umdrehungspol auseinander. Die Neigung des Erdäquators gegen die scheinbare Sonnenbahn schätzte man zu Keplers Zeit auf 23^0 38′, und ebensoweit musste demnach, wenn die ganze Hypothese eine harmonische sein sollte, der Magnetpol vom geometrischen Pole entfernt sein.

---

[1]) Die einschlägigen Stellen der betr. Briefe finden sich Anschütz, Ungedruckte wissensch. Korrespondenz etc., S. 28, S. 46 f, S. 58 f und sind in der erwähnten Schrift von S. Günther besprochen; S. 24 ff. und S. 30 ff.

[2]) S. Günther, a. a. O., S. 25 f.

Wohlgemerkt aber war dieser letztere das bewegliche Element, denn die Magnetnadel zeigte ja nach Kepler unverrückt nach jenem Orte, an welchem im Beginne der Weltschöpfung die Coincidenz beider Pole stattgefunden hatte, und wenn also der Punkt, auf welchen die Polhöhen, identisch mit den geographischen Breiten, bezogen wurden, seine Lage auf der Erde und am Himmel veränderte, so musste sich diese Ortsveränderung auch in einer säkularen Vergrösserung, respektive Verkleinerung der Breiten, offenbaren. Dass aber eine solche chronische Veränderung der einen geographischen Koordinate eine Thatsache sei, davon war Kepler ganz durchdrungen." In dieser Ansicht von einer Wanderung der Pole und einer damit verbundenen Aenderung der geographischen Breite bestärkte ihn ganz besonders Domenico Maria, der eine Minderung der Polhöhen seit den Beobachtungen des Ptolemäus wahrgenommen zu haben glaubte. Welche Zuversicht Kepler hegte, das spricht aus der Hoffnung, mit Hilfe des Magneten einen Naturmeridian bestimmen zu können; so schreibt er an Herwart: „Quod insulam corvi ex Hispanis nominasti, id adeo verum Hondio[1]) videtur, ut jam primum meridianum per illum locum traduxerit, sicque omnia loca 7 graduum adjectione in longitudine ditaverit. Itaque cum judicio eius tabulae usurpandae. Sicque jam porro primus meridianus non amplius arbitrarius est, sed habet principium naturale."[2])

Allen diesen fruchtlosen Versuchen machte Gilberts Werk: „Physiologia nova", ein Ende; es erschien a. 1600, und mit wahrem Feuereifer stürzte sich Kepler auf die Schöpfung seines genialen Zeitgenossen[3]). Von welch tiefgreifender Wirkung auf seine Anschauungen es aber war, ersehen wir aus seiner Antwort vom 12. Juli 1603, die er

[1]) Anschütz, Ungedruckte wissensch. Korrespondenz etc., S. 97. Jodocus Hondius, ein Belgier, geb. im Flecken Wonkene um 1563, gest. 1611.

[2]) Anschütz, a. a. O., S. 48; S. Günther, a. a. O., S. 30.

[3]) S. Günther, a. a. O., S. 38.

auf eine Anfrage Herwarts gibt; zunächst hebt er daselbst hervor, dass er durch Untersuchungen und Experimente manche Irrtümer bei Porta gefunden habe, und fährt dann mit Beziehung auf den Magnetismus fort[1]): „Verum ita fuse, distincte, sufficienter tractavit hanc rem Gilbertus, ita undique nobilissimis experimentis se munivit, omnium contradicentium ora obstruxit, ut plane evanescant meae speculationes de tarda illa migratione poli motus diurni ex locis Terrae, quae in creatione illi fuerint subjecta. Quam speculationem tanto libentius depono, quod invenio, hic Pragae ante 200 annos observatam altitudinem poli consentire quam proxime cum ea, quae hodie est. At poscebat analogia motus ab Antonio Maria[2]) mihi monstrati, ut intra hoc tempus 10—12' variata fuerint." Den Berichten Marias von einer Aenderung der Polhöhe kann er also keinen Glauben mehr schenken, und schon in der 1604 erschienenen Optik glaubt er den Grund für die von Ptolemäus abweichenden Angaben des Italieners gefunden zu haben[3]): „Monere doctos volui, . . . considerarent, quibus nam locis Terrarum Ptolemäus altitudinem poli ex hac longissimae diei observatione constituerit. Forsan enim hinc est, quod ante 100 annos Antonius Maria, Copernici praeceptor, existimavit, altitudines poli in omnibus Italiae locis decrevisse . . . . . ." Durch wen Kepler aber zu diesen Gedanken angeregt wurde, gesteht er uns selbst: „Monuit haec eadem Gilbertus Guilielmus, in illa sua recondita magnetis contemplatione, concisis verbis . . . ." Dass er in dem Briefe an Nautonnier vom 9. Febr. 1606[4]) dieser früheren Theorie von der Wanderung der Erdpole als eines überwundenen Standpunktes gedenkt, kann uns nach dieser vollständigen Aenderung seiner Auffassung nicht wundern.

[1]) K. O. O., 3. Bd., S. 445.

[2]) Gemeint ist der obenerwähnte Domenico Maria, der Lehrer des jungen Copernicus. Die unrichtige Namenbeschreibung findet sich bei Kepler wiederholt, bis ihm der wahre Name a. 1619 aus einer Schrift von Bianchini bekannt wird. S. Günther, a. a. O., S. 35, Anm. 1.

[3]) Ebd., 2. Bd., S. 220.

[4]) Ebd., 3. Bd., S. 457 f. S. Günther, a. a. O., S. 37, Anm. 1.

Wenn auch Kepler in seinen folgenden Briefen noch gelegentlich auf den Magnetismus zu sprechen kommt, so stossen wir doch auf keinen neuen Versuch zur Lösung des schwierigen Problems der Längenbestimmung; er mag wohl der Frage auch weiter seine Aufmerksamkeit geschenkt haben, aber je länger, desto mehr schwand seine Hoffnung, das Walten eines Gesetzes zu entdecken; während er noch am Schlusse des III. Kapitel der „Epitome Astronomiae“[3]) diese Bestrebungen als zweifelhaft in ihrem Werte bezeichnet, erklärt er sie in der letzten einschlägigen Aeusserung, die sich unter den Bemerkungen zum „Somnium Astronomicum“ findet[4]), als vollständig aussichtslos. Die Entwickelung, welche Kepler im Laufe der Jahre durchmachte, können wir durch nichts klarer darstellen als durch die Worte, in welchen Günther das Ergebnis seiner Untersuchungen zusammenfasst:[5]) „Erfüllt von den hochfliegenden Spekulationen, aus welchen sein Geheimnis des Weltbaues erwachsen war, gab sich Kepler um die Wende des XVI. Jahrh. eifrig dem Streben hin, durch theoretische Ueberlegungen die Lage des magnetischen Nordpols ausfindig machen zu können. Seine Hypothese stand und fiel mit der von ihm adoptierten Hypothese Domenico Marias, wonach die Umdrehungsachse der Erde ihre Lage stetig verändern sollte. Jemehr jedoch Kepler einerseits durch das Studium des Gilbert'schen Werkes seine Anschauungen über das Wesen des Erdmagnetismus berichtigte und läuterte, jemehr ihm andererseits exakte Deklinations-Bestimmungen die Ueberzeugung beibrachten, dass die wirklich beobachteten Werte zu seiner vorgefassten Meinung nicht stimmten, um so entschiedener brach er mit jener älteren Auffassung, bis er endlich die aprioris-

---

[2]) K. O. O., 6. Bd., S. 299; S. Günther, a. a. O., S. 42 f.

[3]) K. O. O., 8. Bd., S. 54.

[4]) S. Günther, a. a. O., S. 43.

tische Festlegung der Magnetpole, durchaus korrekt, für ein Ding der Unmöglichkeit erklärte."

Der Ortsbestimmung sollte auch die von Philipp Eckebrecht gestochene Karte dienen, welche Kepler seinen Rudolphinischen Tafeln beigab[1]). Wie er selbst schreibt, bildete die allgemeine Erdkarte des Wilhelm Janssonius vom Jahre 1605 die Vorlage, welche er besonders zur Anfertigung seines Ortskatalogs benuzte, im übrigen aber vielfach umgestaltete. Um eine allzugrosse Verzerrung der Länder zu vermeiden, stellte er die Erdoberfläche in stereographischer Projektion auf zwei kreisrunden Scheiben dar. Die eine derselben, welche die Mitte der Karte einnimmt, bedeckt nach der Beschreibung Frischs den Leib eines doppelköpfigen gekrönten Adlers, der in seinen beiden Schnäbeln mit Lorbeerkränzen geschmückte Schilder hält; das linke derselben trägt die Inschrift: „Leopoldo Romanorum Imperatori S. A. devotissime D.D.D.", während auf dem rechten die Worte stehen: „Me pressam tenebris revocat Leopoldus in auras." In diesem Vollkreise ist ausser Europa und Afrika der westliche Teil Asiens und das östliche Südamerika abgebildet. Die andere Scheibe ist in zwei Hälften geteilt, die sich auf den beiden Seiten der Karte befinden und den inneren Vollkreis rechts, beziehungsweise links berühren. Der rechte Halbkreis zeigt uns das Bild von Ostasien (Hinterindien, China), Neu-Guinea und den westlichsten Teil Nordamerikas; auf dem linken Halbkreis, welcher den nördlichen Teil Amerikas darstellt, findet sich eine Anweisung zum Gebrauch der Karte. Dieselbe sollte vor allem dem Seefahrer dienen und diesem ein alphabetisches Register

[1]) K. O. O., 6. Bd., S. 628 u. S. 681 f. Frisch nahm die Karte ihrer Grösse wegen in seine Ausgabe der Werke Keplers nicht auf. Kepler gab sie auch nicht allen Exemplaren der Rudolphinischen Tafeln bei; so findet sie sich z. B. nicht in der Münchener Staatsbibliothek; von den zwei Exemplaren in der k. öffentl. Bibliothek in Stuttgart enthält nur das eine die betr. Karte.

der Küstengebiete, Vorgebirge, Inseln, Meeresbusen, Häfen, Flussmündungen, Buchten u. dgl. ersetzen; denn Kepler glaubt mit Rücksicht auf die verwirrende Mannigfaltigkeit der geographischen Namen, dass die Orientierung leichter sei, wenn sie an der örtlichen Lagerung einen Anhalt finde. Der Angabe der bekannten Küstenorte ist daher auch besondere Sorgfalt gewidmet[1]). Der Aequator erscheint auf der Karte als gerade Linie, welche nach rechts und links durch je 12 Meridiankreise mit einem Abstand von je 1 Stunde = 15^0 geteilt ist; die Zählung derselben beginnt bei dem Meridian durch Hven. Der Seefahrer kann nun aus den Rudolphinischen Tafeln genau die Zeit entnehmen, um welche eine Himmelserscheinung wie eine Sternbedeckung, eine Sonnen- oder Mondfinsternis für den Meridian von Hven statthat; von der so gewonnenen Zeit wird die für den Eintritt des gleichen Phänomens ermittelte Ortszeit um eine bestimmte Grösse abweichen; diese Zeitdifferenz ermöglicht nun mit Hilfe der Stundenmeridiane die Feststellung des Meridians des Beobachtungsortes auf der Karte, indem derselbe bei verfrühtem Eintritt um den erhaltenen Betrag östlich, bei verspätetem aber entsprechend westlich von Hven liegen muss. Andererseits aber können diese Stundenmeridiane auch für die Kontrolle der Richtigkeit der Karte Verwendung finden.

Es ist dies die einzige Karte, die wir von Kepler besitzen; doch ist sie nach seinem eigenen Bericht kein selbständiges Werk. Wohl schien für ihn einigemale der Anstoss gegeben, eine Karte eines engeren Gebietes zu fertigen, aber niemals gedieh die Arbeit über die ersten Vorbereitungen. Schon im Jahre 1595 nahmen ihn die Stände von Niederösterreich für die Anfertigung einer Karte dieses Gebietes in Aussicht und liessen ihm eine daraufzielende Mitteilung durch den Baron v. Tschernembl in so bestimmter Form machen, dass Kepler seinen Lehrer Mästlin um

[1]) A. a. O., S. 681.

Unterweisungen und Ratschläge für dies Unternehmen bat.[1]) Doch wurde jene Absicht der Stände nicht verwirklicht. Etwas mehr erfahren wir über die Anschauungen Keplers, als er von den oberösterreichischen Ständen als Lehrer der Mathematik an der Landschaftsschule in Linz angestellt wurde; denn er sollte neben seinem Lehrberuf die Arbeit an den Rudolphinischen Tafeln fortsetzen und sich des weiteren auch im Interesse der Katastrierung an der Herstellung einer „Landmappe" des Erzherzogtums beteiligen[2]). Wiederholt unternahm er Reisen, um das nötige Material für seine Karte zu sammeln; in dem Berichte an die Stände vom Jahre 1616 legt er dar, welch' grosse Schwierigkeiten die Erledigung dieser Aufgabe in sich schloss[3]). Schliesslich aber empfand Kepler diese so mannigfachen Pflichten als drückend, und die Stände gaben ihm daher den Ingenieur Abraham Holzwurm als Gehilfen bei der Landesvermessung bei.[4]) Aus seinem Gutachten über die Arbeiten Holzwurms[5]) können wir ersehen, welche Gesichtspunkte Kepler für die Beurteilung einer solchen Karte als massgebend betrachtete. Als wichtigsten Punkt hebt er die Eintragung der Orte, besonders mit Rücksicht auf ihre gegenseitige Lage, hervor; die Abschätzung nach dem Augenmass scheint ihm bei Holzwurms Arbeit keine Mängel nach dieser Seite hin zu ergeben, doch soll ihm ein Vergleich mit einer anderen Karte ein schärferes Urteil ermöglichen; besondere Bedenken verursacht es ihm nicht, wenn hinsichtlich der geographischen Breite ein Fehler bis zu 10 Minuten nachzuweisen

---

[1]) Ebd., 1. Bd., S. 19; 8. Bd., S. 686, S. Günther in d. Allg. D. Biogr., 15. Bd., S. 607.

[2]) S. Günther, Geisteshelden, hrsg. v. Bettelheim, 22. Bd., Kepler-Galilei, S. 20.

[3]) K. O. O., 6. Bd., S. 641 f.

[4]) S. Günther i. d. Allg. D. Biogr., 15. Bd., S. 611.

[5]) K. O. O., 8. Bd., S. 834.

ist. Wie sich aus einem früheren Briefe an die oberösterreichischen Landstände ergibt, würde sich Keplers Karte in keinem Punkte von den Landdarstellungen seiner Zeit wesentlich unterschieden haben; vorbildlich erscheint ihm des Apianus „Bavaria", und besondere Reisen will er unternehmen, um „der mappen Ir eigentliche proportz zu geben und sonderlich die Confinen und was sonsten für antiquiteten oder denckwürdiger sachen anzutreffen, wohl anzumerkhen." Von Kepler würde man erwartet haben, dass er für seine Karte eine mathematische Grundlage und besondere Berücksichtigung der wahrhaft geographischen Elemente, nämlich der oro- und hydrographischen Natur des darzustellenden Landes gefordert hätte, um so mehr als ja die Karte Holzwurms der Katastrierung dienen sollte. So können wir dem Urteil Günthers,[1]) Kepler stehe in diesen Darlegungen nicht auf der Höhe seiner sonstigen Denkweise nur beistimmen. Wir wenden uns jetzt den Vergleichen zwischen Mond und Erde zu.

Lange war man über das Wesen der hellen und dunklen Flecken im Monde in Ungewissheit gewesen, und so tauchten die verschiedenartigsten Erklärungsversuche im Laufe der Zeiten auf. An erster Stelle steht die sich selbst widerlegende Behauptung jener, welche die Flecken nach dem Berichte Plutarchs für „affectionem visus" hielten;[2]) die im Monde wahrnehmbare Gestalt rühre also nur von einer Täuschung der Augen her, die vermöge ihrer Schwäche dem Glanze unterliegen; andere, zu denen selbst noch Vitellion gehörte, sprachen die Ansicht aus: „Maculas esse densiores partes, quibus Sol parum luminis infundere possit;[3]) die Mondscheibe werde also wie Glas oder Krystall von der Sonne durchschienen, und die Verdunkelung sei nur eine Folge der Verdichtung der Mondmasse an gewissen

[1]) S. Günther, Geisteshelden etc., S. 73, Anm. 70.
[2]) K. O. O., 2. Bd., S. 284.
[3]) A. a. O., S. 285.

Orten. Nach einer anderen phantastischen Meinung, welche Plutarch auf Agesianax zurückführt, gleicht die Mondscheibe einem Konvexspiegel, in dem wir ein Abbild der Oberflächengestaltung der Erde erblicken; in dem Wechsel der dunklen und hellen Flecken erscheinen uns also nur: „montium et vallium, humoris et continentium alternata simulacra;“[1]) noch Kaiser Rudolf, der im Monde das Bild Italiens mit zwei anliegenden Inseln zu erkennen glaubte, hielt diese Anschauung durch die Wahrnehmung für bestätigt und teilte Kepler seine Ueberzeugung mit;[2]) auch bei anderen Völkern scheint sich diese Meinung selbständig entwickelt und sogar bis in unser Jahrhundert erhalten zu haben; so berichtet Alexander von Humboldt.[3]) „Ich war einst sehr verwundert, einen sehr gebildeten Perser aus Ispahan, welcher gewiss nie ein griechisches Buch gelesen hatte, als ich ihm in Paris die Mondflecken in einem grossen Fernrohr zeigte, die erwähnte Hypothese des Agesianax von der Spiegelung als eine in seinem Vaterlande viel verbreitete anführen zu hören. Was wir dort im Monde sehen, sagte der Perser, sind wir selbst; es ist die Karte unserer Erde.“

Diese verschiedenen Anschauungen stellt Plutarch in seiner kleinen Schrift: „Vom Gesichte des Mondes“ zusammen, und nachdem er sie zurückgewiesen hat, erklärt er: „Maculas Lunae esse maria, quae radios Solis in profundum transmissos pene absorbeant, nec ita fortiter, ut partes solent Terrenae, repercutiant.“ Ihm trat Kepler in seiner Optik[4]) gegenüber mit den Worten: „Magis est consentaneum, quae sunt in Luna partes lucidae, maria credi, quae maculosae, terras, continentes et insulas;“ sein Wider-

---

[1]) A. a. O., S. 525.
[2]) A. a. O., S. 491.
[3]) A. v. Humboldt, Kosmos, 3. Bd., S. 544.
[4]) K. O. O., 2. Bd., S. 287.

spruch gründet sich auf die Annahme: „plus ab aqua claritatis existere quam a terris non simplici repercussu.“ Eine Besteigung des Berges Schökel bei Graz (a. 1601,) hatte ihn zu derselben geführt; obwohl nämlich die Mur infolge heftiger Regengüsse stark angeschwollen und durch die fortgeschwemmten Erdmassen getrübt war, überstrahlte sie doch in dem Scheine der Sonne durch ihren Glanz bei weitem das umliegende Land; die Gleichförmigkeit der gesamten Oberfläche, die Rauheit der kleinsten Teilchen und ihre ständige Bewegung, sowie ihre von Natur hellere Farbe erklärten zur Genüge, meint Kepler, diese Beobachtung. Freilich sah er sich später veranlasst, seine früheren Behauptungen zu widerrufen: Seinen Irrtum bekennt er, gestützt auf den „Nuntius Sidereus“ Galileis, bereits in der auf diese Schrift bezugnehmenden „Dissertatio“. Schon in seiner Optik habe er, lesen wir daselbst,[1]) auf dem Rande der betr. Seite auf die Unrichtigkeit seiner damaligen Darlegungen hingewiesen; sein angeführtes Beispiel sei nicht zutreffend: „Scilicet non luce communicata ex Sole ut terrae lucebat fluvius, sed luce repercussa ex aëre illuminato. Propterea et causas experimenti tentavi infeliciter;“ nachdem er nun all der von Galilei angeführten Gründe gedacht hat, die gegen seine einstige Auffassung sprechen, gesteht er freimütig: „Do maculas esse maria, do lucidas partes esse terram.“ Die jetzt durch das Fernrohr bestätigte Vermutung Plutarchs vertritt er auch in der „Epitome Astronomiae“; von neuem aber bespricht er seinen Irrtum und die Beobachtungen, welche ihn zu demselben verleitet hatten, im „Somnium Astronomicum.“[2]) Die ungerechte Würdigung

[1]) A. a. O., S. 496.

[2]) Ebd., 8. Bd., S. 57, Anm. 154. Kästner, Gesch. d. Mathematik, S. 307 ff, Reitlinger, J. Kepler, S. 13. S. Günther, Geisteshelden, hrsg. v. Bettelheim, 22. Bd., Kepler-Galilei, S. 35. Schon in früher Jugend hatte sich Kepler mit den in der Schrift behandelten Fragen beschäftigt; in Tübingen hatte er die einschlägigen Thesen aufgestellt, auf welche

dieser Schrift erklärt sich vor allem aus der abenteuerlichen Einleitung und dem ebenso phantastischen Schlusse, in welchem der Verfasser die Lebewesen des Mondes betrachtet. Wenn man sie auch als eine „Art astronomischer Novelle“ [1]) oder als „allegorisches Märchen“ [2]) bezeichnen kann, so muss man doch dabei beachten, dass sie sich durch Inhalt und Zweck über die zahlreichen Versuche ähnlicher Art weit erhebt. Indem Kepler den Leser auf den Mond führt und ihn die ganze Pracht der Himmelserscheinungen von diesem neuen Standpunkte aus geniessen lässt, wollte er jeden etwa noch möglichen Zweifel an der Richtigkeit des coppernikanischen Weltsystems beseitigen und insbesondere durch entsprechende Analogien das Verständnis für die Sinnestäuschungen anbahnen, denen der Erdenbewohner bei der Beobachtung der Bewegung der Himmelskörper unterworfen ist. Diesen Untersuchungen ist daher ein grosser Teil der Arbeit gewidmet; doch enthält diese posthume Schrift und der sich anschliessende „Appendix Geographica, seu mavis, Selenographica“ auch eine ausführliche Darlegung der Vorstellungen, welche Kepler von den Zuständen auf dem Monde hatte; während in der Optik und in der „Dissertatio cum Nuntio Sidereo“ nur einzelne Fragen der Mondkunde Behandlung finden, bietet uns diese kleine Schrift in Verbindung mit den zahlreichen Anmerkungen nicht nur eine Zusammenfassung der dort entwickelten Ansichten, sondern auch vielfach neue Ideen, die in späterer Zeit wieder aufgenommen wurden. Aus der

---

er in späteren Arbeiten wiederholt zurückverweist. Das „Somnium Astronomicum“ selbst ist, wie sich aus verschiedenen Stellen ergibt, vor der Erfindung des Fernrohrs geschrieben; die zugehörigen Anmerkungen aber verfasste Kepler in den Jahren 1620—30. Herausgegeben wurde die Schrift nach dem Tode Keplers von seinem Sohn Ludwig, der 1663 als praktischer Arzt in Königsberg i. Pr. starb.

[1]) Wolf, Gesch. d. Astronomie, S. 308.

[2]) Reitlinger, J. Kepler, S. 3, 13.

folgenden gedrängten Bearbeitung, die jedoch zur Ergänzung auch die in anderen Werken Keplers enthaltenen Untersuchungen beizieht, wird sich zeigen, mit welchem Recht Günther in seiner jüngsten Biographie Keplers[1]) von der Schrift sagt: „Gedankenreich, wenn auch von dem mystischen Zug in des Autors Natur ungewöhnlich stark durchtränkt, zieht er hier Parallelen zwischen der Beschaffenheit der Erde und ihres Trabanten, und manche der da ausgesprochenen Vermutungen hat durch die neuere Selenographie Bestätigung gefunden.“ Wertvolle Bemerkungen sind auch in der Schrift enthalten, die Kepler seiner Uebersetzung der (wahrscheinlich pseudo-plutarchischen) Schrift: „De Facie in Orbe Lunae“[2]) beifügte; schon längst hatte er sich mit dem Gedanken getragen, jene kleine Arbeit eingehender zu studieren, und schon in der Optik[3]) hatte er dieser Absicht mit den Worten Ausdruck verliehen: „Elegantissimum est illud Plutarchi opusculum et festivissimum dignumque, quo se philosophus, depositis aliquando studiis gravioribus, oblectet.“

Kepler beginnt in seinem „Appendix Geographica“[4]) damit, die „argumenta asperitatis, superficiei aequabilis, candoris in partibus altis“[5]) zu suchen, und weist demgemäss auf den unregelmässigen Verlauf der Schattengrenze der beleuchteten und verdunkelten Mondhälfte hin, denn bei den einzelnen Phasen stellt sich die Grenzlinie nicht, wie man es von einer glatten Kugel erwartet, als Teil einer voll-

---

[1]) S. Günther, Geisteshelden etc., S. 58.

[2]) S. Günther, a. a. O., S. 58; ders., J. Kepler u. d. tellur.-kosm. Magn., S. 62. Keiner der neueren Herausgeber Plutarchs erwähnt dieses Kommentares, in welchem Kepler den verstümmelten und verderbten Text des griechischen Autors wieder herzustellen sucht. Vgl. Philologisch-historische Beiträge, Kurt Wachsmuth zum 60. Geburtstag überreicht, Leipzig 1897, S. 52 f.

[3]) K. O. O., 2. Bd., S. 285.

[4]) Ebd., 8. Bd., S. 67 ff., Note I—XVII.

[5]) Ebd., 6. Bd., S. 485.

kommenen Ellipse oder als scharfe Gerade dar, sondern sie erscheint vielfach gezackt: „asperatur in speciem serrae aut fracturae assis transversae", indem sie nicht nur bald in erhabeneren, bald in tieferen Regionen verläuft, sondern auch nach der erhellten und verdunkelten Mondhälfte hin regellos ausbiegt; nur manchmal geht die Lichtgrenze in eine gerade, ohne alle Abweichungen sich hinziehende Linie über und beweist uns dann, dass wir hier eine glatte Kugelfläche vor uns haben. Aehnliche Unregelmässigkeiten, die Galilei noch entgangen waren, bemerkt Kepler auch am Rande des Vollmondes, der nicht durch eine scharfe, vollkommene Kreislinie begrenzt ist, sondern an manchen Stellen Ausbuchtungen und Einbiegungen wahrnehmen lässt. Auch die verschiedenartigen Beleuchtungseffekte durch die Sonne sind Folgen der Erhebungen und Vertiefungen; neben grell im Sonnenlichte glänzenden Bergspitzen sehen wir die tiefen Schatten, welche sie nach der anderen Seite werfen; der mannigfache Wechsel von Licht und Schatten, die stetige Veränderung in ihrer Verteilung findet in der Beschaffenheit der Mondoberfläche eine natürliche Erklärung; desgleichen lassen die Beobachtungen der Mondfinsternisse es unzweifelhaft erscheinen, dass Höhen- und Tiefenunterschiede auf dem Erdtrabanten bestehen; bei partialen Finsternissen bemerken wir nämlich Unregelmässigkeiten am Erdschatten, die nur in der Natur der Mondoberfläche ihre Erklärung finden können[1]). Zwei Kräfte sind aber, fährt Kepler fort[2]), bei der Veränderung der Erdoberfläche in Thätigkeit; „nam formatio vel a mente est, . . . vel a motu elementorum . . . ." Wo wir auf Ordnung stossen, müssen wir die Wirksamkeit des Geistes erkennen; Verwirrung aber entspringt aus dem

---

[1]) Ebd., 2. Bd., S. 497. Die gleichen Beobachtungen führt Kepler schon in seiner Optik (ebd., 2. Bd., S. 285) und in seiner „Epitome Astronomiae" (ebd., 6. Bd., S. 485) an.

[2]) Ebd., 8. Bd., S. 69, Note XVIII.

Walten der Materie: „Cum igitur in superficie corporis lunaris, quantum ad partes evidentiores, confusio aliqua conspiciatur, aliquae partes altae, aliae depressae, aliae aequabiles, aliae asperae, necesse est in lunari corpore esse aliquid analogon nostris elementis eorumque qualitatibus. . . Eas liceat nobis appellare nominibus iisdem: ut sint durum, friabile, aridum, humor“[1]). Die verschiedenartige Anordnung und wechselnde Lagerung dieser Elemente wird aber durch dieselbe Kraft geregelt, welche auch auf der Erde wirksam ist; gerade die Verhältnisse auf dem Monde scheinen Kepler am meisten geeignet, die alte Theorie der Schwerkraft zu widerlegen, die Aristoteles vertrat[2]); nicht nach dem Mittelpunkt der Welt, der nach jenen früheren Anschauungen mit dem Zentrum der Erde zusammenfiel, strebt das Schwere, sondern nur nach dem Mittelpunkte des betreffenden Himmelskörpers. Diesem Gesetze ist nun auch das flüssige Element auf dem Monde unterworfen; bei diesem Strömen nach den tiefer gelegenen Regionen wirkt es aber, wie die Betrachtung gewisser Gegenden der Erde zeigt, vielfach verändernd und umgestaltend auf die Oberfläche. Die Entstehung der Gebirge und der Schluchten auf dem Monde ist also der Erosionsthätigkeit des Wassers zuzuschreiben[3]); dieses Ele-

---

[1]) A. a. O., S. 70, Note XX.

[2]) In den Entdeckungen Galileis sieht er eine Bestätigung seiner neu aufgestellten Lehre von der Schwerkraft: „Itaque optica reformat vel hoc Lunaris globi exemplo doctrinam gravium et levium, confirmatque hic introductionem meam in Commentaria Martis motuum“. K. O. O., 2. Bd., S. 525.

[3]) Ebd., 8. Bd., S. 69, Note XVIII. Um die Bildung der Gebirge durch die Erosions- und Denudationsthätigkeit des Wassers zu veranschaulichen, bringt Kepler ein vortrefflich gewähltes Beispiel: „Quaeris, quis colles illos extruxerit, dispersos per campos Bohemiae, qua regio reducitur in angustum versus montes Misniae conterminos . . . . Albis fluvius est, qui meatum nactus per montes inferius, subinde depressit excavitque suum alveum. Longa aetas est, quae, crebris imbribus superfusis pingui glebae regionis campestris paulatim eam eluit terramque abrasam in Albim devexit.“ Auch die Felsen auf den Höhen der Berge,

ment muss daher auf dem Monde vorhanden sein, und zwar erkennt es Kepler, nachdem er seine frühere irrtümliche Meinung aufgegeben hat, in den dunklen Flecken. In seiner „Diss. cum Nunt. Sid."[1]) fasst er die für ihn stichhaltigen Gründe, die seine veränderte Anschauung befestigten, in folgender präziser Weise zusammen: „Lucidae quippe partes multis cavitatibus dehiscunt, lucidae partes tortuosa linea illuminantur, lucidae partes eminentias habent magnas, quibus vicinas partes praevertunt in illuminatione; eaedem et contra Solem sunt lucidae, parte a Sole aversa tenebrosae, quae omnia in sicco et solido et eminenti locum habent, in liquido minime. Contra tenebrosae partes notae antiquitus sunt aequabiles, tenebrosae partes tarde illuminantur, quod eorum arguit humilitatem, cum circumstantes eminentes jam

---

welche man unüberlegt oft für Burgen hält, waren einst von Erde bedeckt, die von dem Wasser hinweggeschwemmt wurde. Auf diese Weise traten auch nach der Vorstellung Keplers die Felsen zu tage, die man in grosser Zahl zerstreut in den sandigen Gegenden Schlesiens antrifft. Nasmyth-Carpenter (d. Mond betrachtet als Planet, Welt und Trabant etc., S. 44, 85) weisen ein Mitwirken des Wassers bei der Gestaltung der Mondoberfläche zurück; sie sprechen sich entschieden gegen die Annahme aus, dass auf dem Monde sich Wasser finde oder jemals in grösserer Menge daselbst vorhanden gewesen sei, so dass man also auch bei der vulkanischen Thätigkeit, deren Folgen wir heute in so ausgedehntem Masse wahrnehmen, von dem Dampfe, als einem Element der Selenologie, absehen müsse. Eine andere Stellung nimmt freilich Neison (der Mond und die Beschaffenheit und Gestaltung seiner Oberfläche, S. 33 und 35) zu dieser Frage ein; insbesondere scheint ihm die grössere Zersetzung an dem Ufer der „Mare" in der Gegenwart von Wasser ihre Erklärung zu finden; ja man kann daselbst sogar bestimmte Spuren der offenbaren Wirkung dieser Elemente erkennen; auch finden sich manche Stellen in den „Mare", welche das Aussehen von alluvialen Niederschlägen haben. „Der allmähliche Fortschritt in unserer Kenntnis vom gegenwärtigen Zustand der Oberfläche unseres Trabanten zeigt sicher, wenn auch langsam, in unverkennbaren Ausprägungen die gänzliche Analogie in der Natur, wenn nicht sogar auch im Grad der Kräfte, welche die Oberfläche der Erde und des Mondes in ihren gegenwärtigen Zustand umgebildet haben". Neison, a. a. O., S. 33.

[1]) K. O. O., 2. Bd., S. 496 f.

longe lateque colluceant, et a tenebrosis illuminatis nigrore quodam, velut umbra, distinguantur; linea illuminationis in parte tenebrosa recta est in quadris: quae vicissim in humorem competunt, ima petentem et pondere suo fusum ad aequilibrium." Indessen können die Wasseransammlungen auf dem Monde nicht alle vollständig gleichartig sein, da wir an den Flecken Unterschiede im Grade der Verdunkelung wahrnehmen; die einen scheinen uns also mehr, die anderen weniger Feuchtigkeit zu besitzen: „Est igitur aliquid analogon nostris palustribus[1]), aliquid puris maribus. Sic enim etiam in nostris palustribus crescunt gramina, calamus, juncus, arundo, passimque exstant et glebae, quae sunt durae et siccae et albicantes, quae clarius revibrant Solis radios"[2]). Diese Vergleichung lunarer Zustände mit den irdischen geht aus der festen Ueberzeugung Keplers hervor, dass Erde und Mond Körper gleicher Art sind; bereits in seiner Optik hatte er die Wesensgleichheit mit Berufung auf seinen Lehrer Mästlin betont: „Dicamque, Lunae tale esse corpus quale haec nostra Terra est, ex aqua et continentibus unum globum efficiens"[3]); schon Plutarch habe diese Ansicht gegen verschiedene Einwürfe mit glänzenden und überzeugenden Worten verteidigt. In derselben Weise spricht er sich auch an verschiedenen Stellen seiner „Epitome Astronomiae" aus; im 2. Teil des 4. Buches[4]) lesen wir: „Cognata esse corpora Lunae et Terrae, docuit nos telescopium, quod indicia facit in Luna montium et marium, qualia sunt in nostro Terrae

---

[1]) Die Bezeichnung „palus" ist seit Riccioli auch in der neueren Selenographie für kleine Flächen gebräuchlich, „die eine dunkle, aber vielleicht etwas hellere und nicht scharf begrenzte Farbe besitzen als die grossen „Mare", während sie im allgemeinen mit kleinen Erhebungen verschiedener Art bedeckt sind und somit grössere Verschiedenartigkeit der Schattierung zeigen als die Mare." Neison, a. a. O., S. 35.

[2]) K. O. O., 8. Bd., S. 70, Note XXII u. XXIII.

[3]) Ebd., 2. Bd., S. 285.

[4]) Ebd., 6. Bd., S. 166, S. 361, S. 485. S. Günther, J. Kepler und d. tellur.-kosm. Magn., S. 65.

globo. Cognationem hanc agnovit etiam Aristoteles, defensor alias quintae coelorum essentiae acerrimus, qui, referente Averroe, Lunam dixit videri Terram quandam aetheream. Taceo Plutarchum et philosophos ceteros apud Macrobium“[1]). Kepler konnte sich hier also schon auf die Ergebnisse der teleskopischen Forschung berufen; wenn er für seine Annahme auch nicht jenes verhältnismässig reiche Material der Beobachtung zur Verfügung hatte, wie es besonders in unserem Jahrhundert gewonnen wurde, so müssen wir ihn doch als einen Vertreter jener Anschauungen betrachten, welche die neuere Selenographie als richtig erkannt hat; denn mit fortschreitender Erkenntnis wächst immer mehr die Ueberzeugung, dass die Mehrzahl der Formationen auf unserem Trabanten den Gestaltungen auf dem Hauptplaneten entspricht[2]). Seinen scharfen Blick bekundet also Kepler, wenn er die Schilderung der Bildungen auf dem Monde immer durch den Hinweis auf die ähnlichen Verhältnisse auf der Erde zu veranschaulichen sucht. Die Behauptung Plutarchs, dass die Mondberge an Höhe die der Erde übertreffen, kann er nur bestätigen: „Recte Luna a Plutarcho tale corpus dicitur, quale terra est, inaequale montosumque, et maiores quidem montes in proportione ad suum globum, quam sunt Terreni in sua proportione“[3]). Doch ist jene grössere Höhe, wie er in seiner „Diss. cum Nunt. Sid.“ ausführt, nicht nur eine relative, sondern auch absolute; nachdem er Galileis Verdienst um die Klarstellung dieser Fragen mit

---

[1]) Eine allgemeine Aehnlichkeit war schon von vielen der frühesten Philosophen angenommen worden, so von Anaxagoras (500—430 v. Chr.), der den Mond als eine Welt für sich mit Bergen und Thälern erklärte, von Philolaus (480—420 v. Chr.) und Democritus (459—350 v. Chr.); letzterer sprach die Ansicht aus, dass Berge und Thäler die Ursache der auf der Mondfläche sich zeigenden Flecken sind. Neison, der Mond u. s. w., S. 56; Nasmyth-Carpenter, der Mond betrachtet als Planet, Welt und Trabant etc., S. 47.

[2]) Neison, a. a. O., S. 32. Vgl. S. 107, Anm. 1.

[3]) K. O. O., 2. Bd., S. 286.

dankbarer, von Bewunderung erfüllten Worten anerkannt hat[1]), hebt er hervor, dass erst dessen Fernrohr den Nachweis geliefert habe: „montes Lunares esse multo majores Terrenis, idque non tantum in proportione suorum globorum, quod ego dixeram, sed in comparatione simplici“[2]). Eingehende Würdigung lässt er der Frage nochmals in einer Bemerkung zum „Somnium Astronomicum[3]) zu teil werden; er macht zunächst darauf aufmerksam, dass seine Behauptung im „Somn. Astr.“[4]) von der gewaltigen Höhe der Berge vor der Erfindung des Fernrohrs geschrieben sei und bereits in seinen Tübingischen Thesen sich gefunden habe. Aus der Beobachtung der verdunkelten Mondscheibe bei einer Sonnenfinsternis des Jahres 1612 suchte er auch die Höhe der Berge zu ermitteln; er bemerkte nämlich zwei Mondberge, die über die kreisrunde Schattengrenze des Mondes hinausragten; sie wären nach seiner Annahme nicht wahrnehmbar gewesen, wenn ihre Höhe nicht mindestens $^1/_{60}$ des Monddurchmessers betragen hätte; da dieser aber ungefähr 500 Meilen gleichkomme, ergebe sich als geringste Höhe der beiden Berge 8 deutsche Meilen. Kepler schliesst sich also, wie wir sehen, in diesen Ausführungen fast ganz an Galilei an[5]); wie dieser nimmt auch er eine die Wirklichkeit bei weitem übersteigende Höhe der Mondberge an; aber richtig ist es, wenn er hervorhebt, dass das Verhältnis der Erhebungen zum Monddurchmesser grösser ist als das entsprechende Verhältnis auf der Erde.

---

[1]) A. a. O., S. 496.

[2]) A. a. O., S. 499.

[3]) Ebd., 8. Bd., S. 62, Note 207.

[4]) A. a. O., S. 38.

[5]) Galilei, der als erster die Höhe der Gipfel auf dem Monde berechnete, erhielt den Betrag von 28000 engl. Fuss oder $5^1/_4$ Meilen, während nach neueren Beobachtungen die höchsten Spitzen in den Apenninen sich nur bis zu 20000 engl. Fuss erheben und sich also mit den grössten Bergen der Erde vergleichen lassen. Neison, a. a. O., S. 46, S. 59.

Eine gleich ausführliche Behandlung erfahren die Thäler, die sich auf dem Monde finden; auch sie vergleicht er mit den auf der Erde auftretenden Vertiefungen. Die Errungenschaften Galileis, der zum erstenmale an die Stelle blosser Vermutungen Thatsachen setzte, hatten auch hier jeden Zweifel gehoben; sich an ihn wendend, schreibt Kepler: „Tu maculas cum vallibus comparas nostrae Telluris; et fateor, esse nonnullas huiusmodi valles, praesertim in Styria provincia, specie quasi rotundas, faucibus angustissimis fluvium Muram recipientes supra, emittentes infra . . . . Equidem fateor, et tales in Luna valles esse posse, sinuosis montium recessibus propter fluvios excavatas.“ [1]) Schon im „Somn. Astr.“ [2]) hatte Kepler auf diese tiefen und abschüssigen Schluchten hingewiesen, welche in Verbindung mit den gewaltigen Bergeshöhen die Kugelgestalt des Mondes bei weitem mehr beeinträchtigen als dies bei der Erde der Fall ist. [3]) In der beigegebenen Anmerkung [4]) führt er ebenso wie in der „Diss. cum Nunt. Sid.“ noch einige Erdgegenden an, denen eine gewisse Aehnlichkeit mit bestimmten Orten der Mondoberfläche nicht abzusprechen sei: „Est fissura ingens et flexuosa in medio, qualem puto appariturum vallem Anasi, per montem Caecium reptantis, aut Oeni per Alpes, si quis eas Sole occumbente ex altero aethere intueretur. Sed proportione multo profundior et horridior est illa Lunae . . . .“ Auch hier sieht also Kepler seine Aufstellungen durch die späteren teleskopischen Beobachtungen bestätigt und er kann es sich nicht versagen, seiner Freude, mit vorahnendem Blicke das Richtige getroffen zu haben, Ausdruck zu verleihen: „Sed recentiora sunt haec

[1]) K. O. O., 2. Bd., S. 495. Galilei verglich z. B. die ringförmigen Wallebenen mit dem rings von Bergen umschlossenen böhmischen Kessel; ebd., S. 569, Anm. 8. A. v. Humboldt, Kosmos, 3. Bd., S. 509; 2. Bd., S. 508, Anm. 43.

[2]) K. O. O., 8. Bd., S. 38.

[3]) A. a. O., S. 38.

[4]) A. a. O., S. 62, Note 208.

experimenta libello ipso. Tanto magis delectat haec veri praesumptio ante annos, animumque gerens vultumque virilem.“ Freilich konnte Galilei jene Bildungen unmöglich wahrnehmen, die man erst jetzt mit Hilfe kraftvoller Teleskope erblickte, sodass man also seine diesbezüglichen Aeusserungen als Vermutungen ansehen muss, wenn sie nicht auf irrtümlichen Beobachtungen beruhen. Nichtsdestoweniger ist Keplers Freude berechtigt, „denn in jüngerer Zeit ist eine beträchtliche Anzahl von Formationen entdeckt worden, die man gewöhnlich auf dem Mond als fehlend voraussetzte, wie z. B. den Flussthälern der Erde ähnliche Thäler . . . . . Wenn die feineren Details der Oberfläche genauer studiert werden, ist es wahrscheinlich, dass sehr zahlreiche Beispiele ähnlicher Formationen, wie die Flussthäler der Erde entdeckt werden mögen . . . .“[1])

Aeusserst zahlreich sind diese Vertiefungen auf dem Monde; wohl finden sich, wie Kepler durch obige Beispiele nachweist, auch auf der Erde Thäler, die ihnen durch ihre Gestalt gleichen. Während wir aber hier wesentlich tief einschneidende Thäler bemerken, die sich in der Richtung des Flusslaufes in die Länge ziehen, wie dies z. B. bei der Donau in Oesterreich der Fall ist, nehmen wir auf der Mondoberfläche fast nur kreisrunde Vertiefungen wahr. In der „Diss. cum Nunt. Sid.“ wirft er dann weiterhin die Frage auf, worin diese eigenartigen Verhältnisse begründet seien, und antwortet: „Anne licet conjecturis indulgere, Lunam veluti pumicem quendam esse, creberrimis et maximis poris undique dehiscentem?“[2]) Diese merkwürdige Beschaffenheit des Mondkörpers hob Kepler auch im „Somn. Astr.“ hervor: „Porosa interim tota est et cavernis speluncisque perpetuis quasi perfossa, maxime per privolvanos tractus.“[3]) Mit der vorausgehenden Aeusserung in der an Galilei ge-

[1]) Neison, a. a. O., S. 32. Vgl. S. 108 u. S. 110.
[2]) K. O. O., 2. Bd., S. 496.
[3]) Ebd., 8. Bd., S. 38.

richteten Schrift aber möchte Kepler wieder die Spekulationen aufgenommen haben, die er in seinem Werke „De Motu Stellae Martis" angestellt hatte; aus der durch die Erde bewirkten Bewegung des Mondes, der die doppelte Geschwindigkeit der Orte unter dem Erdäquator aufweist, glaubte er damals schon hinsichtlich der Mondmasse schliessen zu dürfen: „Lunare corpus esse rarum admodum quodque exigua materiae paucae centumacia praeditum raptui Telluris non multum resistat." Aus der gegenseitigen Anziehungskraft suchte Kepler daselbst[1]) auch das Dichteverhältnis der Materie von Erde und Mond zu ermitteln; er gelangt freilich bei diesen Versuchen zu ganz abweichenden Resultaten und scheint auch selbst nicht allzuviel Vertrauen zu seiner Rechnung zu haben.[2])

Besonders erregten aber die Aufmerksamkeit Keplers jene häufigen kreisrunden Gebilde von verschiedener Grösse, welche zuerst Galilei in den Ebenen wahrgenommen hatte, die Kepler einst wegen ihrer ganz glatten, dem Wasser ähnlichen Oberfläche für Meere hielt und die ihm jetzt nach der Natur jener Formationen zum Teil eher Sümpfe zu sein scheinen.[3]) Ihre Eigenartigkeit legt die Frage nahe, auf welche Weise sie entstanden sind. Während die eben besprochenen Höhen- und Tiefenunterschiede sich nach der Auffassung Keplers aus der natürlichen Anordnung der Materie ergeben, stellen sich diese merkwürdigen Gebilde als das Werk einer anderen Kraft dar. Mit folgenden bezeichnenden Worten leitet Kepler in dem „Appendix Geographica" auf die schöpferische Thätigkeit des Geistes über:[4]) „In universum quidem in superficie lunaris globi, quoad mix-

[1]) Ebd., 3. Bd., S. 460.

[2]) Das einemal erhält er 44 : 1, das anderemal 57 : 80; in Wahrheit ist das Verhältnis 1 : 0,64 oder 100 : 64. Nasmyth-Carpenter, a. a. O., S. 35.

[3]) K. O. O., 8. Bd., S. 67.

[4]) A. a. O., S. 71, Note XXVIII.

turam partium altarum et depressarum, casum et necessitatem materialem dominari, abradi terram a costis subterraneis saxosis, elui valles, ut exstent montes, undas defluere in regiones depressas, maculis insignitas, ibique in aequilibrium disponi nisu rectilineo partium omnium versus idem centrum globi lunaris; at in partibus Lunae maculosis figuram cavitatum exacte rotundam et dispositionem earum seu interstitiorum quantam aequalitatem esse factitium quid et ab aliqua mente architectrice." Da sich also eine gewisse Gesetzmässigkeit in der Anordnung und eine auffallende Gleichförmigkeit in dem Bau dieser so zahlreichen Umwallungen erkennen lässt, so können wir sie nicht als Werke der Elemente und der Natur, sondern nur als Schöpfungen des Geistes betrachten. Wir müssen also annehmen, dass auf dem Monde sich lebende Wesen befinden, welche die Fähigkeit besitzen, solche Bauten herzustellen.[1]) Die regelmässigen Zwischenräume machen aber auch eine vorausgehende Verständigung dieser Baumeister über die Anlage nötig. Wenn für unsere Sinne die Aehnlichkeit der einzelnen Kunstwerke auch eine sehr grosse ist, so zwingt uns doch wieder eine gewisse Mannigfaltigkeit, eine grosse Zahl von Einzelwesen anzunehmen und berechtigt uns weiterhin zur Vermutung, dass diese Verschiedenartigkeit in bestimmten Beziehungen zu dem Wechsel der Zeiten und den in ihnen auftretenden schroffen Witterungsgegensätzen stehe.[2]) Besonders merkwürdig ist aber die Grösse dieser eigenartigen Gebilde; konnte doch Kepler bei einem derselben einen Halbmesser von 5 „germanischen" Meilen feststellen. Ohne besondere Hilfsmittel erscheint ihm bei diesem Umfange die Konstruktion der Kreisform unmöglich; ein besonderes Verfahren ist daher auch bei den Bewohnern des Mondes üblich.[3]) Im Zentrum des künftigen Baues befestigen sie

[1]) A. a. O., S. 71, Note XXIX; ebd., 2. Bd., S. 497.
[2]) A. a. O., Note XXXII u. f.
[3]) A. a. O., S. 67; S. 73 ff, Anm. 11 ff.

einen hohen Stamm, von welchem nach allen Richtungen gleichlange Seile auslaufen, deren Länge je nach der Grösse wechselt, in welcher das Kunstwerk ausgeführt werden soll. Fortlaufende Reihen von Stäben geben jedem dieser Seile den Halt, dessen sie bei den grossen Entfernungen notwendig bedürfen; ihr Ende aber bezeichnet die Linie, welchen der Wall einnehmen soll. Im Innern wird nun durch Ausheben der Materie ein tiefer Graben von mindestens 1 Meile Breite geschaffen, und indem man die so gewonnenen Erdmassen in Kreisform ringsum anhäuft, entsteht ein hoher Wall; manchmal aber wird ein Teil der Materie nach innen gebracht, sodass sich ein Doppelwall bildet. So also kommen jene eigentümlichen Gebilde zustande, welche nicht nur eine äussere, sondern auch eine innere Ringmauer aufweisen, die auch ihrerseits wieder eine kleine, vollständig kreisrunde Vertiefung umschliesst. Naturgemäss fragt sich Kepler auch, welchen Zwecken diese Bauwerke dienen sollen. Eine Antwort darauf ergibt sich aus der Betrachtung der Temperaturverhältnisse auf dem Monde, denn diese zwingen dort in noch höherem Masse die Lebewesen zur Anlegung von Bauten als auf der Erde. 15 Tage lang brennt ununterbrochen die Sonne hernieder und erzeugt eine unerträgliche Hitze; sie zwingt die Seleniten, in die Tiefe zu graben und die ausgehobenen Erdmassen ringsum aufzutürmen, damit sie hinter den steilen Wänden Schutz gegen den glühenden Sonnenbrand suchen können, der bei seiner langen Dauer jedes Lebewesen vernichten müsste, das ihm schutzlos preisgegeben wäre; nur wenn sie dem mit der Stellung der Sonne veränderlichen Schatten in dem von den Erdmauern eingeschlossenen Raume folgen, können sie ihr Leben erhalten. Gerade die Anlage eines inneren Kegels ist für diesen Zweck sehr vorteilhaft, indem dadurch das Gebiet des Schattens bedeutend vergrössert wird. Zahlreiche Höhlungen, die den Seleniten zum Aufenthalt dienen, dringen in die kreisförmige Umwallung ein,

sodass also der ganze Bau den Eindruck einer grossen, häuserreichen, unterirdischen Stadt macht[1]. Die Ausführung dieser Werke wird aber durch die Natur der Mondmasse erleichtert, die ja von zahlreichen natürlichen Höhlungen und Kanälen durchzogen ist. Damit hatte Kepler wieder die Gedanken aufgenommen, die er zum erstenmal im „Somn. Astr." ausgesprochen hatte. Dort bezeichnete er die gewaltigen Vertiefungen als „praecipuum incolis remedium contra aestum et frigora"; das Fernrohr war noch nicht erfunden, als er diese Worte schrieb; mit um so mehr Stolz blickt er, wie bei verschiedenen anderen Gelegenheiten auch hier, auf seine nur aus Vernunftschlüssen gewonnene Anschauung, die, wie ihm scheint, durch die Beobachtung so glänzend bewahrheitet ist: „En rationem ipsam, desertam ab omnibus documentis visus. At si tunc constitisset mihi, Lunam habere tot depressas lacunas, quas in lucem protulit tubus Galilei, aut si Plutarchum legissem de specu Hecates fabulantem, credo liberiori calamo dogmata dictassem"[2]. In der „Diss. cum Nunt. Sid." spricht Kepler auch die Vermutung aus, die Gräben würden vielleicht auch als Brunnen benutzt[3]; damals aber war ihm, wie er im „Appendix Geographica" schreibt, noch nicht bekannt, dass jene Einsenkungen sich nicht in den hellen, sondern in den dunklen Teilen des Mondes befinden; da diese Gegenden aber ohnehin sehr feucht sind, so muss die Absicht der Seleniten gerade die entgegengesetzte sein: Wie die Holländer dem Meere durch Deichbauten grosse Landstrecken abgewinnen, so verstehen auch sie das von den Ringmauern umschlossene Gebiet trocken zu legen; die Wälle bilden gleichsam Dämme, welche ein Eindringen der Wassermassen verhindern; in den Gräben aber sammeln sich die Reste von Feuchtigkeit, die

---

[1]) A. a. O., S. 67; S. 73, Anm. 9; S. 75, Anm. 32 ff.; ebd., 2. Bd., S. 497.

[2]) Ebd., 8. Bd., S. 63, Note 211.

[3]) Ebd., 2. Bd., S. 497.

in dem Kunstbau nicht vollständig beseitigt werden kann[1]). Wenn diese Gräben mit Wasser gefüllt sind, dienen sie als schiffbare Kanäle; nicht selten aber trocknen sie in der glühenden Sonnenhitze aus, und dann können die Mondbewohner sich in ihnen, da sie besonders kühl und schattig sind, erholen. Indessen muss Kepler den wahren Zweck dieser Bauten in Zweifel lassen: „contra Solemne . . . . an contra humorem, ... anne contra utrumque, in medio ponendum". Die Beobachtung, dass die dunklen Stellen des Mondes angebaut erscheinen, lässt noch eine dritte Möglichkeit zu. In diesen Kulturgegenden haben sich nämlich zivilisierte Völker niedergelassen, während in den umliegenden bergigen und zerklüfteten Gebieten wilde Räuberhorden hausen; gegen ihre unvermuteten feindlichen Einfälle sollen nun jene Wälle Schutz bieten, so dass also jene Bauten nichts als gewaltige künstlich errichtete Festungen darstellen.

Unzweifelhaft geht also aus diesen Werken hervor, dass auf dem Monde vernunftbegabte und zielbewusste Wesen thätig sind. In merkwürdiger Weise lässt Kepler bei einer näheren Betrachtung ihrer Natur seiner Phantasie die Zügel schiessen. Bereits in seiner Optik[2]) hatte er an eine Vergleichung der Berge des Mondes mit denen der Erde die Bemerkung angeschlossen: „. . . Ac ut cum Plutarcho etiam jocemur: qui penes nos usu venit, ut homines et animalia sequantur ingenium Terrae seu provinciae suae, erunt igitur in Luna creaturae viventes multo majori corporum mole temperamentorumque duritie, quam nostra: sane quia et diem quindecim nostros dies longam et ineffabiles aestus, Sole verticibus tum diu incumbente, perferunt." In seiner „Diss. cum Nunt. Sid."[3]) bringt Kepler fast mit denselben Worten diesen Gedanken zur Darstellung und erinnert zu-

[1]) Ebd., 8. Bd., S. 73, Anm. 8.
[2]) Ebd., 2. Bd., S. 286.
[3]) A. a. O., S. 497.

gleich daran, dass er sich mit diesem Gegenstand schon in seinen Tübingischen Thesen beschäftigt habe und denselben auch in der kürzlich geschriebenen „Astronomia Lunaris“ behandle. Wenn die Mondbewohner nun auch viel grösser sind wie wir, so erscheinen sie im Vergleich mit den gewaltigen Mondbergen doch noch klein; um also jene staunenswerten Werke hervorzubringen, müssen sie durch Zahl ersetzen, was ihnen an Grösse des Körpers abgeht.[1]) Der babylonische Turmbau, die ägyptischen Pyramiden und die chinesische Mauer zeigen uns, was gemeinsame Arbeit hervorbringen kann, wenn auch die Grösse und Kraft des einzelnen zu den gewaltigen Schöpfungen in keinem rechten Verhältnis steht. Aber nicht nur in der äusseren Gestaltung entsprechen diese Menschen bis zu einem gewissen Grade der sie umgebenden Natur, sondern sie passen auch ihre ganze Lebenshaltung diesen von den irdischen Zuständen so sehr abweichenden Verhältnissen an: „Nec tantum corporum ea proportio ad nostra terrestria, sed etiam facultatum, respirationis, famis, sitis, vigiliarum, somni, laboris, quietis. Testatur magnitudo operum . . . ., testatur et continuitas excessuum caloris et frigoris et raritas refocillationum.“[2]) Aus den Tübingischen Thesen fügte er hinzu: „Incrementa fiunt celerrima; brevis vitae sunt omnia, cum ad tam immanem corporum molem adolescant“[3]), so dass also auf dem Monde alles in ungeheuer raschem Wachstum begriffen ist und nichts zur vollständigen Entwickelung gelangt, sondern mitten im Werden den Untergang findet.[4]) Sehr wesentlich unterscheiden sich aber hinsichtlich ihrer Lebensführung die Privolvaner von den Subvolvanern. Die natürlichen Gegensätze der uns ab- und zugekehrten Mondhälfte können auf

---

[1]) Ebd., 8. Bd., S. 71, Note XXIX; S. 74, Anm. 17, 18.
[2]) A. a. O., S. 63, Note 212.
[3]) A. a. O., S. 38.
[4]) A. a. O., S. 63, Note 213.

die Bewohner nicht ohne Einfluss bleiben. Schon der Tag an sich ist für die Subvolvaner nicht so heiss, weil in dieser Zeit die Entfernung der Sonne ihren grössten Betrag erreicht; von höchster Bedeutung ist aber die Verteilung der Wassermassen.[1]) Während nämlich die eine Seite unseres Trabanten 14 Tage lang Mangel an Wasser hat und zeitenweise ganz austrocknet, erfreut sich die andere einer regelmässigen Feuchtigkeit. Am Tage der Subvolvaner treten Erde und Sonne in Konjunktion, und infolge ihrer vereinigten Anziehungskraft strömt alles Wasser auf die bestrahlte Mondseite; durch zahlreiche Schluchten und Thäler ergiessen sich die Wogen auf die eine Hemisphäre und überfluten hier einen grossen Teil des Landes, so dass nur die höher gelegenen Gegenden von der Ueberschwemmung verschont bleiben; die andere Hemisphäre aber liegt während der Nacht vollständig trocken und erstarrt in eisiger Kälte. Günstiger sind dagegen die Verhältnisse während der Nacht für die Subvolvaner; in dieser Zeit befinden sich Sonne und Erde in Opposition, so dass also die Fluten sich über alle Teile des Mondes ziemlich gleichmässig verteilen. Diese Gegensätze haben auch dem Kulturszustande auf beiden Mondseiten ihr Gepräge gegeben: „Nam in universum subvolvanum haemisphärium nostris pagis et oppidis et hortis aequiparatur, privolvanum nostris agris et silvis et desertis.“ Feste Niederlassungen haben die Privolvaner nicht; wenn nämlich die Meeresfluten die von ihnen bewohnten Gebiete verlassen, dann ist ein Aufenthalt an diesen Orten, wenigstens unter freiem Himmel, infolge der schroffen Gegensätze von intensiver Kälte und ungemilderter Hitze, unmöglich.[2]) Besonders mannigfaltig sind daher die Mittel, welche ihnen zu rascher Fortbewegung zur Verfügung stehen; auf langen, flüchtigen Füssen folgen die einen den weichenden Fluten mit solcher

[1]) A. a. O., S. 38; S. 61 f, Anm. 201—205.
[2]) A. a. O., S. 63, Anm. 214.

Schnelligkeit, dass selbst unsere Kamele sich mit ihnen nicht messen können; die anderen gleiten auf leichten Fittichen dahin; wieder andere aber benutzen zur beschleunigten Flucht schnell die Wogen kreuzende Kähne; wenn aber ein Aufenthalt von mehreren Tagen nötig wird, dann verkriechen sie sich je nach ihrer verschiedenen Natur in die Höhlen. Die meisten aber sind vortreffliche Taucher, und da sie in sehr langsamen Zügen atmen, so steigen sie tief auf den Grund des Wassers hinab; so haben sie, führt Kepler seine Schilderung weiter aus, die Natur von Fischen, ohne selbst Fische zu sein, und daran kann uns nichts wunderbar erscheinen, wenn wir von „Cola Siculo", dem Fischmenschen, hören; auch ein Blick auf die allgemeine Belebtheit der äusserlich so verschiedenen Teile der Erde macht uns diese Zustände begreiflich: „Etiam illud reputabam, nihil in Terris tam esse nobis violentum, cuius tolerantiam non indiderit Deus certo generi animalium, famis et aestus Africani leonibus, situs et immensorum desertorum Syriae Palmyrenes camelis, frigoris hyberborei ursius etc." In den untersten Tiefen des Wassers herrscht nämlich noch Kälte, während die obersten Schichten infolge der Sonnenhitze siedend heiss sind; was sich an der Oberfläche befindet, das wird von den glühenden Strahlen der Mittagssonne gekocht und dient den späteren Zügen der Wanderer als Speise. Jene Lebewesen, welche der Atmung weniger entbehren können, leiten die siedenden Wasser durch enge Kanäle in die Höhlen, damit sie auf dem langen Wege allmählich erkalten; den grösseren Teil des Tages halten sie sich an diesen Orten auf und benützen das auf solche Weise gewonnene Wasser als Getränke; am Abend aber kommen sie hervor, um zu speisen. Ihre Natur gleicht in gewissem Sinne jener der Schlangen. Was uns Arnobius von gewissen Völkern Afrikas, ferner von den Krokodilen, Schlangen u. dgl. berichtet und was für uns Europäer eine grosse Qual bedeuten würde, das bereitet ihnen Vergnügen; ihre Behaglichkeit scheint es nämlich zu

erhöhen, wenn sie sich dem glühenden Sonnenbrande des Mittags aussetzen können; jedoch halten sie sich immer in der Nähe ihrer Höhlenöffnung, damit ihnen ein rascher Rückzug gesichert ist.

Die vernichtende Wirkung der Hitze wird bei den Pflanzen durch die Rinde, bei den Tieren durch die Haut und andere derartige Schutzmittel geschwächt, und zwar machen diese einen grossen Teil des Körpers aus und sind sehr schwammig und porös; die Oberfläche wird während des Tages gehärtet und verbrannt und schält sich am folgenden Abend ab. Was aus der Erde emporwächst, entsteht und vergeht meist an demselben Tage; immer aber tritt neues Leben an die Stelle.

Einige Lebewesen werden durch die Hitze des Tages getötet, gelangen aber des Nachts wieder zu neuem Leben, sodass sie also gerade den Gegensatz zu manchen unserer Fliegen bilden; sie gleichen den Völkern Culumoriens, einer Provinz des hyperboreischen Scythenlandes, welche bei Anbruch der langen Nacht hinsterben, bei ihrem Ende aber wieder aufleben und die sich für die Zeit ihres Todes geschützte Verstecke aufsuchen.[1]) Zerstreut auf dem Mondboden finden sich Massen von der Form unserer Tannenzapfen; tagsüber dörrt die äussere Haut, am Abend aber öffnen sie gleichsam ihre Seitenteile und geben Lebewesen von sich; ihr Verhalten erinnert an den Harz, der infolge

---

[1]) A. a. O., S. 63, Anm. 220. Vgl. auch ebd., 1. Bd., S. 598, wo Kepler die Landschaft „Cucumoria" nennt. Frisch gibt der letzteren Stelle die Bemerkung bei: „Maginus in editione Ptolemaei Geographiae (Ven. 1596) sic: Sunt etiam aliae regiones, quae magno duci (Moscoviae) vectigal solvunt, ad septentrionem sitae, ut Obdora, Condora, Culomoria et Lappia. — Quam dicit fabulam Keplerus passim occurrit apud scriptores illorum temporum, aliis insuper additis fabulis de hominibus, „qui unum tantum oculum habent in fronte, aliis aversis post crura plantis. aliis sine cervice oculos in humeris habentibus." (P. Apiani Cosmogr.) Ebd., 1. Bd., S. 668, Note 49.

der Sonnenhitze von den Balken der Schiffe ausgeschwitzt wird und sich in Tropfen zusammenballt; aus ihnen, berichtet Scaliger, entstehen Enten, die sich allmählich loslösen und dann auf dem Wasser davonschwimmen.

Schon bald nach dem Erscheinen des „Somn. Astr." unternahm es Bischof Wilkins von Chester[1]) die Ansicht Keplers, auf dem Monde befänden sich lebende Wesen, zu verteidigen und unseren Trabanten als eine planetarische Welt hinzustellen, in welcher ähnliche Verhältnisse herrschend seien wie bei uns. Zahlreiche Werke erschienen in der Folge, die sich in den kühnsten Spekulationen über die Bewohntheit des Mondes und ferner Himmelskörper bewegten und meist schon auf den ersten Blick das Gepräge von abenteuerlichen, phantastischen Romanen tragen. Auf wissenschaftlicherer Basis suchte zu Beginn unseres Jahrhunderts der Münchner Astronom Gruithuisen den gleichen Stoff zu behandeln, und seine Darlegungen sind um so interessanter, als sie sich in manchen Beziehungen mit denen Keplers berühren. Die Existenz von Wasser und Luft auf dem Monde ist ihm erwiesen;[2]) nur die schroffen Temperaturgegensätze machen es für uns schwer begreiflich, dass auf diesem Himmelskörper organisierte Wesen bestehen könnten;[3]) allein wenn wir die Erde betrachten, so schliesst Gruithuisen ähnlich wie Kepler, treffen wir lebende Organismen in reicher Mannigfaltigkeit über alle Länder ausgestreut; wir finden sie trotz der eisigen Kälte in den Polarzonen, und in den gemässigten Himmelsstrichen ist kein Fels und kein stehendes Wässerchen frei von ihnen; überall erblicken wir auf der Erde trotz der so verschieden-

---

[1]) Zöckler, Gesch. der Beziehungen zw. Theologie u. Naturwissensch., 2. Abt., S. 55.

[2]) Gruithuisen, d. Mond u. s. Natur, S. 52 ff. u. S. 56 ff.

[3]) Gruithuisen, Entdeckung vieler deutlicher Spuren der Mondbewohner etc., in Kastners Archiv f. d. gesamte Naturlehre, Nürnberg 1824, 1. Bd., S. 130.

artigen Bedingungen Lebewesen, und so müssen wir zugeben, dass solche wohl auch auf unserem Trabanten sich erhalten können. Zur Gewissheit wird uns aber diese Annahme durch die mannigfachen Spuren organisierter Wesen, deren Zahl in dem Masse steigt, als man mit den feineren Bildungen auf der Mondoberfläche bekannter wird. In den dunklen Flecken erkennt er wie Kepler Gegenden, in denen sich eine höhere Kultur entwickelt hat; ihre Farbe rührt von der reichen Vegetation, welche sie überdeckt;[1]) die Natur derselben ist teils kolossal, teils stauden- und krautartig;[2]) neben Feldern voll Riesenfarnkräutern,[3]) Nadel- und Palmwäldern[4]) finden sich die Zwiebelgewächse, die Kresse, Bäume mit rasch reifenden Früchten u. dergl. Vor allem werden solche Pflanzen angebaut, welche sich rasch entwickeln und in möglichst kurzer Zeit Früchte tragen;[5]) ein unerklärlicher Wechsel der Farben an bestimmten Mondorten zeigt uns an, dass die Seleniten ihre Ernte heimgebracht haben;[6]) manche Erscheinungen erinnern auch an das Moorbrennen, durch welches die Felder für die Einsaat bereitet werden.[7]) Von der gewöhnlichen Flora unterscheidet sich jene, welche wir in den Polarkreisen und auf hohen Bergen wahrnehmen.[8]) Spuren der Vegetation lassen sich bis etwa 65^0 nördl. und 55^0 südl. Breite wahrnehmen;[9]) an den Polen selbst aber möchte man nach der weissen Farbe Schneefelder vermuten. Neben diesen Anzeichen eines geregelten Ackerbaues auf dem Monde sind noch andere

---

[1]) A. a. O., 1. Bd., S. 132.
[2]) A. a. O., S. 151.
[3]) A. a. O., S. 150.
[4]) A. a. O., S. 136.
[5]) Ebd., 2. Bd., S. 259.
[6]) A. a. O., S. 261.
[7]) A. a. O., S. 259.
[8]) Ebd., 1. Bd., S. 140.
[9]) A. a. O., S. 141.

Spuren der Thätigkeit der Seneliten unverkennbar (!) Vor allem fallen die sog. „Geräumte“ auf, die zweifellos Kunstbauten sind und sich mit unseren Waldalleen vergleichen lassen; wie die antiken Strassen der römischen und griechischen Kolonien verlaufen sie vollständig gerade oder in regelmässigen Bogenkrümmungen;[1]) unter unglaublichem Aufwand an Arbeit[2]) sind sie durchaus zweckentsprechend in der kürzesten Linie angelegt und stellen die Verbindung zwischen den einzelnen fruchtbaren Teilen der „Mare“ her;[3]) in geschickter Weise sind diese künstlichen Verkehrswege, wo es die Gegend erlaubt, durch Thäler, gangbare Schluchten, über sanfte Abhänge u. dergl. hingeführt.[4]) Wollte man annehmen, dass diese Furchungen von tierischen Wesen hervorgebracht sind, so müssten diese von gigantischer Art sein, ganze Aeste und junge Bäume verzehren können und eine gewisse Aehnlichkeit mit unserem Mammut haben;[5]) indessen spricht die ganze Anlage dafür, dass es Werke einer höheren Zivilisation und damit auch vernunftbegabter Wesen sind.[6]) Neben diesen Kunststrassen erblickt aber Gruithuisen in der fruchtbarsten Gegend am Aequator[7]) einen gewaltigen Bau von 5 geographischen Meilen Durchmesser;[8]) in ihm befinden sich die Wohnungen der Seleniten, denn bei den heissen Sommern und den kalten Wintern können sie nur bei troglodytischer Lebensart bestehen. Der ganze Bau ist nach den Himmelsgegenden angelegt;[9]) seine Hauptzüge sind mathematisch regulär in Winkeln von 45^0 und 90^0 ge-

---

[1]) A. a. O., S. 154. Der Ausdruck Geräumt für Waldschneisse ist altbayerisch.

[2]) A. a. O., S. 159.

[3]) A. a. O., S. 155.

[4]) A. a. O., S. 155.

[5]) A. a. O., S. 152.

[6]) A. a. O., S. 159.

[7]) A. a. O., S. 165.

[8]) A. a. O., S. 164.

[9]) A. a. O., S. 166.

stellt;[1]) ein mächtiger Wall bietet gegen die kalten Passatwinde (!) Schutz; unterirdische Gänge, welche den Bau nach allen Seiten durchziehen, erzeugen eine gesunde Ventilation und erleichtern die polizeiliche Aufsicht[2]) über die Bewohner; eine gewisse Unordnung ermöglicht es, die Altstadt von der neu angelegten zu unterscheiden.[3]) In der Nähe dieser unterirdischen Stadt befindet sich ein „sternschanzenartiges Gebilde", das wahrscheinlich als Tempel dient und der Form nach wohl dem Sterndienst geweiht ist.[4]) Rauch und Dampf lagern gewöhnlich über einem bestimmten Teile der Stadt und zeigen uns an, dass in diesem Industrieviertel gewerbtreibende Seleniten sich niedergelassen haben, wie dies auch für zahlreiche andere Gegenden des Mondes wahrscheinlich ist.[5]) Nicht allzufern von der Stadt haben die Bewohner auch für einen Garten und einen windfreien Erholungsplatz gesorgt.[6]) Neben diesen Winterwohnungen, die sich uns durch die gewölbten Dächer verraten, sehr häufig aber auch im Innern der Berge angelegt sind, besitzen die Seleniten auch besondere Bauwerke, in denen sie sich während des Sommers aufhalten; vorzüglich geeignet sind dazu die Ringgebirge, denn sie spenden immerwährend Schatten.[7]) Wenn wir auch annehmen dürfen, dass sie meist bewohnt sind, so können wir dies doch nur dann mit Sicherheit sagen, wenn sich Veränderungen an den Wällen zeigen;[8]) bei vielen kann aber über solche willkürliche Umgestaltungen kein Zweifel mehr auftauchen; insbesondere ist die Anwesenheit von Lebewesen sicher, wenn über Gegenden, die von

---

[1]) A. a. O., S. 167.
[2]) A. a. O., S. 162.
[3]) A. a. O., S. 168.
[4]) A. a. O., S. 169.
[5]) Ebd., 2. Bd., S. 282 ff.
[6]) Ebd., 1. Bd., S. 170.
[7]) A. a. O., S. 167.
[8]) Ebd., 2. Bd., S. 275.

zahlreichen Verkehrswegen (Geräumten) durchschnitten sind, Rauch- und Dampfwolken auftreten, denn diese sind immer die Folgen der regen Gewerbthätigkeit der Mondbewohner.[1]) Jedoch glaubt Gruithuisen nicht, dass man sich für alle Zeiten mit solch indirekten Anzeichen begnügen müsse, sondern er gibt sich der sicheren Hoffnung hin, dass es uns einstens mit verschärften Teleskopen gelingen werde, die Mondbewohner zu erblicken, wenn sie in Karawanen durch die Geräumte ziehen.[2]) Doch genug dieser Phantasmen!

Wenn also auf dem Monde sich organisches Leben findet, das dem unserer Erde ähnlich ist, so dürfen auch die Grundbedingungen alles Daseins nicht fehlen. Neben dem Wasser, das in den von Kepler angenommenen Meeren und Sümpfen in reichem Masse vorhanden ist, müssen wir also auf unserem Trabanten auch Luft antreffen. Ausführlich kommt er auf die wiederholt berührte Frage in einer Anmerkung zum „Somn. Astr.“[3]) zu sprechen. Er sucht daselbst die Gründe zu würdigen, welche Mästlin[4]) für die Existenz einer Mondatmosphäre geltend gemacht hatte. Vor allem hob sein einstiger Lehrer hervor, dass bei Sonnenfinsternissen der Durchmesser des Mondes kleiner sei als bei Vollmond; den Grund sieht er darin, dass in dem letzteren Falle die umgebende Lufthülle infolge des starken durch die Sonnenstrahlen hervorgerufenen Glanzes mit der wahren Mondscheibe so verschmilzt, dass das Auge keinen Unterschied wahrnehmen kann.[5]) Die gleiche Beobachtung machte Tycho Brahe, und auch der friesische Astronom David Fabricius[6]) bespricht diese Wahrnehmung in seinem Brief-

---

[1]) A. a. O., S. 281 ff.

[2]) Ebd., 1. Bd., S. 160.

[3]) K. O. O., 8. Bd., S. 64 f., Anm. 223.

[4]) In seiner 1605 erschienenen Schrift: „De Passionibus Planetarum.“

[5]) K. O. O., 2. Bd., S. 418; ebd., 6. Bd., S. 706.

[6]) Ebd., 2. Bd., S. 112.

wechsel mit Kepler. Indessen wendet dieser dagegen ein, dass diese Vergrösserung nur eine scheinbare sei und sich bei Anwendung der entsprechenden Vorsichtsmassregeln nicht ergebe; schon in der Optik hatte er am Schlusse des V. Kapitels, in dem er eine Theorie des Sehens aufstellte, vor solchen irrtümlichen Anschauungen gewarnt: „Hoc itaque ex hoc capite astronomi considerabunt, non semper fidendum esse intuitui oculari aut aestimationi, quantumvis consideratae in quantitate diametri plenae Lunae aut defectus in eclipsi"; [1]) im übrigen aber müsse man einen Schatten der Mondatmosphäre auf der Sonne wahrnehmen, denn darin könne sie sich nicht von jener der Erde unterscheiden, deren Schatten wir bei Verfinsterungen des Mondes bemerken. [2]) Wenn Mästlin, ähnlich wie später Galilei, weiter darauf hinweist, dass bei Neumond die äussere Peripherie des Hornes grösser erscheine als jene des verdunkelten Mondteiles, dass ferner die Mondsichel niemals, auch nicht um die Zeit des Neumonds schmäler als „eines Fingers Breite" werde, so erklärt auch dies Kepler als Gesichtstäuschung. Ihr sei es auch zuzuschreiben, wenn die verdunkelte und erhellte Mondhälfte sich scheinbar in ihrer Grösse unterscheiden, sodass man den Eindruck gewinnt, als ob ein Stern hinter der ersteren kürzere Zeit verborgen sei als hinter der letzteren. Nur insofern könne aus diesen Wahrnehmungen auf Luft geschlossen werden, als diese durch den starken Glanz, den die Sonnenstrahlen in ihr erzeugen, auf die Augen einen heftigen Reiz ausübt und so den Grad der Täuschung erhöht. Nur gegen den fünften Beweis Mästlins hat Kepler nichts einzuwenden. Der Mondrand erscheint nämlich rein und hell, während gegen die Mitte hin sich die Zahl der dunklen Flecken häuft: „quia nimirum aër

---

[1]) A. a. O., S. 268.

[2]) Was indessen nicht der Fall ist. Vgl. Nasmyth-Carpenter, a. a. O., S. 38 f.; K. O. O., 2. Bd., S. 498.

Lunaris in medio corpore rarus et vadosus in devexis, versus margines profundus occurrit visui"; es erinnert dies, führt Kepler aus, an das Verhalten unserer Luft, die in unserem Zenit, auch wenn sie von der Sonne beleuchtet wird, nicht stark bemerkbar ist und, wie Kepler glaubt, grössere Sterne, wenn man sie aus der Tiefe eines Schachtes betrachtet, nicht verdunkelt; am Horizont dagegen nimmt die Luft infolge ihrer Dichte eine blaue Farbe an.[1]) So untersucht Kepler in kritischer Weise die überzeugende Kraft der Beobachtungen, von welchen Mästlin auf die Existenz einer Mondatmosphäre schliessen wollte; nachdem er deren Unzulänglichkeit dargethan hatte, erwartet man von ihm eine Entwickelung der Gründe, die ihn zu seiner Ansicht führten. Wenn er dies unterlässt, so finden wir die Erklärung dafür in seiner unerschütterlichen Ueberzeugung von der Aehnlichkeit der Erde und ihres Trabanten: „etenim quia . . . . . eo audaciae cum Plutarcho processimus, ut ausi fuerimus Lunae continentes, maria, montes et valles ascribere, quales haec nostra Tellus habet: quantum superest, ut et aërem Lunae circumfundamus, qualis huic nostrae Terrae circumfusus est?" fragt er in seiner Optik[2]), und an verschiedenen anderen Stellen versichert er: „totam Lunam aërea quadam essentia circumiri, quae omnium partium radios transmittat."[3]) Ein ernster Zweifel an der Gegenwart einer Lufthülle erscheint ihm also ungerechtfertigt, und so verwahrt er sich gleich zu Beginn seiner obigen Untersuchung gegen den Verdacht, als ob er durch die Widerlegung der Behauptungen seines Lehrers sich gegen eine Mondatmosphäre ausspreche, indem er nach der Erklärung: „Non mihi est animus, negare aërem Lunarem", darauf hinweist, dass er ihre Existenz schon in früheren Schriften, nämlich in der

[1]) Ebd., 2. Bd., S. 498.
[2]) A. a. O., S. 319.
[3]) A. a. O., S. 287.

Optik und in der „Dissertatio cum N. S.“, angenommen habe. Indessen scheint Kepler auch ein Gefühl der Schwierigkeit abgehalten zu haben, einen Nachweis der Mondluft zu versuchen; er wollte zweifellos nicht in denselben Fehler verfallen, den er anderen zum Vorwurf machen musste; bezeichnend sind die Worte, die er auf die Mitteilung solcher Beobachtungen hin im Oktober des Jahres 1616 an David Fabricius richtet: „Si enim omnia quae oculis accidunt ipsi coelo tribuamus, quae monstra in rerum naturam invehemus? . . . . Atque ego id ipsum egi, ut haec et alia similia phaenomena ex visus conditionibus deducerem, a coelo rebusque visibilibus abstraherem.“ [1]) Damit aber hatte Kepler sich selbst jede Möglichkeit genommen, Gewissheit über die Luftumhüllung des Mondes zu bringen, denn andere Methoden zu ihrem Nachweise als jene, welche sich auf direkte Beobachtung gründen, standen jener Zeit nicht zur Verfügung. In dem Misstrauen gegen derartige Wahrnehmungen gab indessen die Folgezeit Kepler vollständig recht; auch heute hat es die Schwierigkeit der Frage trotz der hohen Vervollkommnung der Instrumente noch nicht zu einer endgiltigen Entscheidung kommen lassen; zwingende Beweise für die Gegenwart einer Mondatmosphäre sind auch heute noch nicht geliefert, und nur mit Rücksicht auf die damalige Beschaffenheit der Mondoberfläche muss man dieselbe annehmen, [2]) während dagegen andere ihr eine so überaus geringe Dichtigkeit zuschreiben, dass sie als vollständig bedeutungslos betrachtet werden kann und wohl kaum mehr den Namen einer Atmosphäre verdient. [3]) An dem Vorhanden-

---

[1]) A. a. O., S. 112.

[2]) Neison, a. a. O., S. 23. Ihre Dichte setzt er gleich $^1/_{400}$ der Erdatmosphäre, S. 13, 23.

[3]) Nasmyth-Carpenter, a. a. O., S. 43. „So ist denn bewiesen, dass die Mondatmosphäre, wenn sie überhaupt existiert, zweimal weniger dicht ist, als das, was wir gewohnt sind, als einen luftleeren Raum anzunehmen.“

sein einer Lufthülle auf unserem Trabanten hat aber Kepler, trotz des Mangels an Beweisen, um so weniger Grund zu zweifeln, als sein Lehrer Mästlin auf dem Monde Erscheinungen wahrgenommen hat, welche den Vorgängen in unserer Atmosphäre vollständig gleichen. Auf die Frage: „an aër ille, similiter ut noster in nubes concrescat, quae opacitate speciem induant solidissimorum corporum, eoque ut apud nos Sole oriente vel occidente, candentes aut igneae appareant",[1]) kann er zwar eine bestimmte Antwort nicht geben, indessen spricht für die Bejahung: „quod circumfluus ille splendor diversis temporibus appareat limpidior plus minusve"; besonders bedeutungsvoll ist aber die Beobachtung, die er an Pfingsten des Jahres 1605 machte; er bemerkte nämlich einen Flecken, der durch seine dunkle Färbung sich von dem Monde abhob: „dixisses nubila in multam regionem extensa, pluviis et tempestuosis imbribus gravida, cujusmodi ab excelsorum montium jugis in humiliora convallium loca despicientibus non raro videre contingit." Diese Wolke soll aber, wie Mästlin Kepler später versicherte, eine Fläche vom halben Durchmesser des Mondes eingenommen haben. Welch' grossen Einfluss solche Verdichtungen der Atmosphäre auf die Bewohnbarkeit unseres Trabanten haben, erkannte Kepler sehr wohl. An den obigen Bericht Mästlins anknüpfend, sagt er: „Praecipuum aestus lenimentum in subvolvano haemisphärio sunt continua nubila et pluviae, quae aliquando per dimidiam regionem aut eo plus obtinent."[2]) Kepler hatte mit dieser Auffassung vollständig recht; ja der Ausgleich der Gegensätze zwischen der glühendsten Hitze und intensiver Kälte ist noch grösser, als er glaubte, indem die Atmosphäre nicht allein, wie er es behauptete, die erhitzende Wirkung der Sonnenstrahlen mindert, sondern

---

[1]) K. O. O., 8. Bd., S. 66.

[2]) A. a. O., S. 39; ebenso im „Nuntius Sidereus", ebd., 2. Bd., S. 498.

auch die rasche Ausstrahlung der Wärme während der Mondnacht beträchtlich verzögert.[1])

Ueber die Quelle des Lichtes und der Wärme auf dem Monde konnte für Kepler kein Zweifel mehr bestehen; denn schon seit den ältesten Zeiten hatte man erkannt, dass die Beleuchtung des Mondes von der Bestrahlung durch die Sonne herrühre.[2]) Die Ansicht des Berosus, die eine Hälfte des Mondes sei von feurigem Glanze, und durch die Rotation würden die Phasen erzeugt, konnte auch einer oberflächlichen Beobachtung gegenüber nicht lange Stand halten; ebensowenig konnte der Einwurf jener die Erkenntnis der Wahrheit hemmen, welche gegen die Beleuchtung durch die Sonne geltend machten, man müsse in diesem Falle wie in einem Konvexspiegel ein Bild der Lichtquelle erblicken, auch könnte nach optischen Gesetzen die Beleuchtung nur an bestimmten Orten, nicht aber auf der ganzen Mondfläche wahrnehmbar sein; solchen Anschauungen gegenüber sehen wir bereits von Thales, Anaxagoras, Plutarch, Cleomedes u. s. w. auf den wahren Grund hingewiesen. Nichtsdestoweniger schrieb man bis in das 16. Jahrhundert dem Monde auch eigenes Licht zu; den Grund für die Annahme einer solchen selbstleuchtenden Kraft unserer Trabanten bilden zwei andere Arten von Lichterscheinungen, deren Erklärung solche Schwierigkeiten bereitete, dass sie erst zur Zeit Keplers gelang.

Die eine derselben tritt bei Mondfinsternis auf; die andere lässt sich bei zu- und abnehmendem Monde, insbesondere aber bei Sonnenfinsternis, wahrnehmen. Wenn nämlich unser Trabant mit seinem ganzen Umfange in den Kernschatten der Erde tritt, so verschwindet er nur in ganz aussergewöhnlichen Fällen vollständig;[3]) meist überdeckt ihn eine rote Farbe, bei der sich die verschiedenartigsten Abstufungen

[1]) Neison, a. a. O., S. 25 ff.
[2]) K. O. O., 2. Bd., S. 272 ff.
[3]) A. v. Humboldt, Kosmos, 3. Bd., S. 499 f.

beobachten lassen. Das eigenartige Phänomen suchte man von vielen Seiten durch die Annahme zu erklären, der Mond besitze eine eigene Leuchtkraft,[1]) die unter gewöhnlichen Umständen von dem Glanze der Sonne überstrahlt werde.[2]) Besonders merkwürdig ist aber der Versuch Plutarchs, nach dem Vorgange gewisser Mathematiker die Natur der wechselnden Färbung als abhängig von der Zeit des Eintritts der Verfinsterung nachzuweisen.[3]) Vitellion sah in der Rötung eine Folge des Umstandes, dass auf das Auge der dunkle Schatten und die helleren schwächeren Strahlen ringsum gleichzeitig wirken, während noch Reinhold nach dem Berichte Keplers dem Monde ein trübes Licht zuschrieb; indem er aber auf die Beobachtung hinweist, dass es um so dunkler werde, je tiefer der Mond in den Erdschatten eindringe, widerlegt er sich selbst. Kepler erkannte,[4]) dass die Rötung durch die Sonnenstrahlen hervorgerufen werde, welche durch Brechung in unserer Atmosphäre in den Schattenkegel gelangen; aus dem ungleichartigen Zustand unserer Lufthülle erklärt sich nun in ganz natürlicher Weise jenes wechselvolle Spiel der Farben.

Zu ähnlichen fruchtlosen Bemühungen gab auch der fahle Lichtschein bei totalen Sonnenfinsternissen, sowie das Dämmerlicht Anlass, welches über den uns an sich unsichtbaren Teil der Mondhalbkugel ausgebreitet ist, wenn nur eine dünne Sichel sichtbar sein sollte. Schon frühe hatte diese Erleuchtung die Aufmerksamkeit der Astronomen erregt; bis zum Ende des 16. Jahrhunderts konnte man indessen

---

[1]) „Die blutrote Farbe ist bisweilen so intensiv, dass selbst noch ein Beobachter wie William Herschel auf die Idee kam, sie könne möglicherweise von einem unserem Monde eigentümlichen Lichte herrühren.“ Nasmyth-Carpenter, a. a. O., S. 141, Anm.

[2]) K. O. O., 2. Bd., S. 300 ff.

[3]) A. v. Humboldt, Kosmos, 3. Bd., S. 499, S. 541.

[4]) K. O. O., 2. Bd., 300 ff. Rosenberger, Gesch. d. Physik, II, S 44.

den wahren Grund dafür nicht angeben.[1]) Noch Vitellion und Reinhold stritten über die Natur jener Erhellung; ersterer hielt an der Ansicht fest, dass die Mondscheibe je nach der Dichte der einzelnen Teile von den Strahlen der Sonne mehr oder weniger durchdrungen werde;[2]) letzterer aber sah sich genötigt, zur vollständigen Erklärung der eigenartigen Lichterscheinungen zur Zeit des Neumonds in dem Monde auch eine eigene Lichtquelle zu suchen; bei Sonnenfinsternissen trete also eine Mischung dieses natürlichen Lichtes mit den durch den Mondkörper leuchtenden Sonnenstrahlen ein. Andere glaubten in dieser Erhellung eine Folge des Umstandes zu erkennen, dass die Mondscheibe infolge ihres kleinen Durchmessers die Sonne nicht vollständig decken könne. Nach der Ansicht Tycho Brahes endlich rührt jenes Licht von der Venus her. Den wahren Grund hat indessen erst Mästlin, Keplers Lehrer, erkannt und bereits im Jahre 1596 in seine zu Tübingen öffentlich verteidigte Thesen über die Finsternisse aufgenommen; für ihn nimmt Kepler die Priorität jener Entdeckung gegenüber Galilei in Anspruch, der sie fast gleichzeitig gemacht hatte.[3]) Mit Beziehung auf diesen Umstand schreibt er in seiner „Dissertatio cum Nunt. Sid.“: „Quod vero demonstrationem attinet, quae ostendit, hoc lumen ex nostra Tellure effundi, ea jam a 20 annis eoque amplius fuit penes Mästlinum.“[4]) Mästlin also wies zuerst öffentlich[5]) darauf hin,

[1]) K. O. O., 2. Bd., S. 288 ff.

[2]) A. a. O., S. 285.

[3]) S. Günther, Lehrbuch d. Geophysik etc., 1. Bd., S. 112; A. v. Humboldt, Kosmos, 3. Bd., S. 499.

[4]) K. O. O., 2. Bd., S. 499.

[5]) Lionardo da Vinci hatte, wie aus seinem Manuskript hervorgeht, bereits ein volles Jahrhundert früher die Erscheinung richtig gedeutet, ohne seine Entdeckung einer Veröffentlichung wert zu halten. S. Günther, Lehrbuch der Geophysik etc., 1. Bd., S. 112. A. v. Humboldt, Kosmos, 3. Bd., S. 499.

dass es nur von der Erde reflektiertes Sonnenlicht sei, das an der Mondoberfläche eine nochmalige Zurückwerfung erleidet. „Dicimus ergo", lesen wir bei ihm,[1] „Terram corusco suo a Sole sibi immisso lumine opacitatem sive noctem in Lunari corpore non minus irradiare, quam vicissim Luna plena suis a Sole acceptis radiis nostras in Terra noctes illustrat, atque pro claritatis eorum ratione in diem fere commutat. . . . Quare sicut, ut ante diximus, haec duo corpora sibi mutuo per vices Solis lumen intercipiunt: ita vicissim alterius noctem alterum illuminat."[2] Indessen erleidet das Licht doch eine bestimmte Aenderung, wie Kepler schon nach dem Vorgange des Cleomedes[3] in seiner Optik behauptet hat;[4] er weist auf jene Stelle im „Somn. Astr."[5] zurück: „Jam vero corpora coelestia lumine Solis collustrata et inspecta eminus nequaquam videntur repercussis optica et speculari lege radiis Solis, sed luce communicata a Sole, ut in Opticis eam appellavi, et propria jam corporum facta ob asperitatem superficierum. Atque haec lux communicata vi definitionis suae fortior est in terris, quam in undis."

Mit dem Lichte erhält die Erde, wie Kepler feststellt, vom Monde auch eine gewisse Wärmemenge, ebenso wie die 14 Erdtage dauernde Nacht auf unserem Trabanten durch das reflektierte Licht der Erde erleuchtet und erwärmt wird.[6] Mit Hilfe eines parabolischen oder sphärischen Spiegels kann man jederzeit diese Mondwärme nachweisen; lässt man nämlich auf denselben die Strahlen des Vollmondes fallen, so fühlt man im Brennpunkte einen warmen Hauch. In Linz hatte Kepler zufällig diese Beobachtung gemacht, als er

---

[1]) K. O. O., 2. Bd., S. 289.

[2]) Fast in der gleichen Weise äusserte sich Galilei, ebd., 2. Bd., S. 569, Anm. 10.

[3]) A. a. O., S. 419, Anm. 64.

[4]) A. a. O., S. 274.

[5]) Ebd., 8. Bd., S. 58. Anm. 154.

[6]) A. a. O., S. 38.

gerade mit anderen Versuchen beschäftigt war; im ersten Augenblick dachte er so wenig an den wahren Grund dieser Erscheinung, dass er unwillkürlich umsehen wollte, ob jemand seine Hand anblase.[1]) Naturgemäss ist aber diese Wärme des reflektierten Lichts auf dem Monde grösser als bei uns; sie äussert sich dort ungefähr in der 15fachen Stärke.[2]) Nach diesen Aufstellungen darf Kepler als der erste betrachtet werden, welcher darauf hinwies, dass das Mondlicht wärmeerzeugend sei. Bis in seine Zeit glaubte man immer, dass die Sonnenstrahlen ihre Wärme durch die Reflexion am Mondkörper verlieren; diese Anschauung hatten Plutarch und Macrobius, und bei den Indern hiess er der „kaltstrahlende."[3]) Erst in unserem Jahrhundert gelang es Melloni, mit Hilfe des von ihm erfundenen Thermomultiplikators schwache Spuren einer Temperaturerhöhung bei Vollmond nachzuweisen; Alex. von Humboldt bezeichnet dies als „eine der wichtigsten und überraschendsten Entdeckungen".[4]) Selbst unter Anwendung der mächtigsten Brennspiegel und Sammellinsen waren bis dahin die Versuche de la Hire's und von Tschirnhausens missglückt.[5]) Die Wahrnehmung Keplers beruht also zweifellos auf Täuschung; indessen nahm er an derselben keinen Anstoss, weil er in ihr nur eine Bestätigung seiner Theorien über das Licht sah, die er in seiner Optik niedergelegt hatte. Dort[6]) sagt

---

[1]) A. a. O., S. 61, Anm. 200.

[2]) A. a. O.

[3]) A. v. Humboldt, Kosmos, 3. Bd., S. 539.

[4]) A. a. O., S. 497.

[5]) S. Günther, Lehrbuch d. Geophysik etc., 1. Bd., S. 112. Die neuesten Messungen der Mondwärme stellte Lord Rosse in England und Marié Davy in Frankreich an; Piazzi Smyth fand sie kaum $^1/_3$ so gross als die Wärme, welche eine gewöhnliche Kerze in 15 Fuss Entfernung gibt, und Baille in Paris ermittelte, dass ihre Intensität derjenigen Wärmewirkung gleichkomme, welche ein Würfel siedenden Wassers von $6^1/_2$ cm Kantenlänge in 35 m Entfernung aussendet. Nasmyth-Carpenter, a. a. O., S. 159.

[6]) K. O. O., 2. Bd., S. 143, Prop. XXXII.

er: „Lucis proprium est calor. Posset probari, lucem esse calidam, ex principiis a nobis assumtis . . . . Sola namque lux semper et ubique cum aliquo calore est, pro suae claritatis modulo.“ Nach einem Hinweis auf die Lichtstärke und wärmende Kraft der Sonne stellt er auch eine Betrachtung darüber an, ob die Wärme des Sternenlichtes bemerkbar sei. Er kommt zu dem Schlusse, dass entsprechend der geringen Helligkeit, welche sie insgesamt erzeugen, auch die von ihnen ausgehende Wärme so unbedeutend sein müsse, dass sie sich unserer Beobachtung entzieht.[1]) Man muss sich wundern, dass Kepler nicht schon an dieser Stelle auf die Mondwärme zu sprechen kommt.

Licht und Wärme spendet uns also der Mond, aber die letztere in so geringem Masse, dass sie unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht wahrnehmbar ist. Doch wirkt er auch noch in anderer Weise auf die Zustände in der irdischen Natur. Vor allem bildet er die Hauptursache der schon oben besprochenen Ebbe und Flut. Weiterhin erscheint auch die gesamte Feuchtigkeit in Abhängigkeit von dem Monde. In der XV. These der Schrift „De Fundamentis Astrologiae certioribus“ sagt Kepler:[2]) „Altera causa physica praedictionum est Luna. Nam experientia probatum est, omnia humore constantia crescente Luna turgescere; decrescente subsidere. Quae una res plurimarum electionum et praedictionum in oeconomia, re rustica, medicina, nautica, causa est“, und in der These XVII fährt er fort: „Quibuscunque itaque diebus in calendario novilunium invenitur, humores quantum a Luna pendent, erunt imminuti, quibus vero plenilunium, aucti. At cum in his jam dictis, tum etiam in quadraturis humores movebuntur valide . . . . .“ An einer folgenden Stelle[3]) untersucht dann Kepler, welches diese Kraft ist,

[1]) A. a. O., S. 100, 143; ebd., 1. Bd., S. 423, Thes. XXI.
[2]) Ebd., 1. Bd., S. 422.
[3]) A. a. O., Thes. XXI.

die einen solchen Einfluss auf die irdische Feuchtigkeit hat. Er gelangt zu dem Schlusse: „Lucis igitur propria qualitas, quatenus lux est, calfactio est: lucis vero, quatenus reflectitur, qualitas est humectatio.“ Auf diese Aufstellungen kommt Kepler im „Tertius Interveniens“[1]) zurück: „ . . . . Dahero wil mir fast gläublich werden, dass des Monds Liechttheil für sich selber, theils durch eine sonderbare speciem immateriatam dess Wassers im Mondt seine Art und Eygenschafft zu befeuchtigen, überkommen habe: Und wie die Sonne nichts thut, dann wärmen, also der Mondt nichts thue, dann befeuchtigen: das ist, die täugliche Materyen zuzubereytten, zu einer Resolution und Befeuchtigung.“ Im folgenden widerlegt er dann die in der Schrift „De Fundamentis Astrologiae certioribus“ entwickelten Ansichten über die Wirksamkeit des Lichtes: „Diese vim humectandi hab ich in meinen fundamentis Astrologiae hypothesis loco dem Widerschein zugelegt, wie hingegen die vim calfaciendi dem eygenen jnnerlichen Liecht: Es wil mich aber jetzo ziemlicher seyn gedünken, dass vis humectandi auss der materia der Kugel hergeführet werde.“ Auch Kepler war also ein Anhänger jenes noch heute weitverbreiteten und im Volke tiefeingewurzelten, aber vollständig grundlosen[2]) Glaubens, dass der Phasenwechsel des Mondes eine Ab- oder Zunahme der Feuchtigkeit und damit einen Wetterwechsel mit sich bringe.

Naturgemäss erörtert Kepler auch die Bedeutung der Aspekte des Mondes für die sublunaren Vorgänge; er kann ihnen indessen nur eine geringe Wirksamkeit zuschreiben:[3]) „ . . . . weil sie täglich geschehen und derowegen für sich allein nichts neuwes machen, auch sehr geschwindt vergehen und nicht anhalten in der Witterung;“ in gleicher Weise

---

[1]) A. a. O., S. 571, Thes. 30.

[2]) Nasmyth-Carpenter, a. a. O., S. 157 ff.

[3]) K. O. O., 1. Bd., S. 602, Thes. 60.

lesen wir in seinen Ephemeriden des Jahres 1617:[1]) „. . . . minimum enim aliquid ad mutationes aurae subitaneas conferunt aspectus Lunae, quia tardius pluviosa constitutio cum perfecta tranquillitate commutatur, quam aspectus Lunae cum aspectu alio, stimuli hi neque fortes sunt, propter celerrimum Lunae transcursum, neque insoliti, sed perpetua serie sibi succędentes eoque inefficaces ad excitandam naturam . . . . .“

[1]) Ebd., 7. Bd., S. 497.

Namen-Index.[1)]

Acosta (Josephus) 52.
Agesianax 102.
Alexander (der Grosse) 73, 78.
Alhazen (Ibn Haitham) 28.
Anaxagoras 110, 132.
Anschütz 7, 8, 9, 22, 23, 24, 30, 94, 95.
Apelt 9.
Apian (Philipp) 74, 93, 101, 122.
Aristoteles 14, 24, 26, 32, 38, 39, 40, 55, 57, 58, 59, 60, 75, 107, 110.
Arnobius 121.
Athenodor 71.
Averroes 110.

Bacon (Roger) 42.
Baille 136.
Berger 14, 24, 59, 65, 71, 74.
Berosus 132.
Bettelheim 3, 9, 22, 28, 38, 64, 71, 81, 86, 90, 100, 103.
Bianchini 96.
Bodinus 32.
Brahe (Tycho) 26, 30, 31, 34, 42, 53, 54, 85, 127, 134.
Brengger 20, 55.
Brocard 64.

Cäsar 58.
Cäsius 16.
Carpenter 108, 110, 114, 128, 130, 133, 136, 138.
Cassiodorius 81.
Clavius 78.
Cleomedes 53, 132, 135.
Cola (Siculus) 121.
Columbus (Christoph) 74.
Columbus (Ferdinand) 92.
Coppernicus 1, 8, 96.
Curtze 52.

Davy 136.
De la Hire 136.
Demokrit 110.
Descartes (Cartesius) 3, 56.
Diodorus 73.
Domenico Maria (da Novara) 95, 96, 97.

Eckebrecht 98.
Eratosthenes 78, 79.

Fabricius (David) 16, 18, 21, 23, 26, 30, 31, 33, 34, 35, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 50, 55, 57, 59, 60, 62, 64, 127, 130.
Feselius 22, 39, 49.
Fludd 13, 33.
Förster 8.
Fournier 66.
Frisch 1, 8, 98, 122.

Galilei 3, 9, 22, 28, 38, 64, 66, 71, 72, 81, 86, 90, 100, 103, 106, 107, 110, 111, 112, 113, 114, 117, 128, 134, 135.
Gemma Frisius (Reinerus) 58, 74, 92.
Gemma (Cornelius) 58.
Gilbert 95, 96, 97.
Goethe 50.
Grimaldi 79.
Gruithuisen 123, 125, 127.

Günther 3, 4, 5, 6, 9, 20, 22, 23, 26, 28, 36, 38, 41, 42, 49, 51, 53, 54, 59, 64, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 74, 79, 81, 84, 86, 87, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 100, 101, 103, 105, 109, 134, 136.

Harriot 53, 55, 56.
Heller 3, 22, 29, 38, 49.
Hellmann 38.
Herschel (William) 133.
Herwart von Hohenburg 3, 7, 8, 30, 66, 80, 81, 89, 93, 94, 95, 96.
Herz 23.
Holzwurm 100, 101.
Hondius (Jodocus) 89, 95.
v. Humboldt (A.) 2, 13, 70, 102, 112, 132, 133, 134, 136.

Janssonius (Blaeu) 98.

Kästner 2, 13, 15, 68, 103.
Kastner 123.
Kepler (Ludwig) 104.
Klose 79.
Krüger 88, 91.

Lionardo da Vinci 6, 50, 134.
Leopold (I. Kaiser) 98.

Macrobius 110, 136.
Mästlin 30, 99, 109, 127, 128, 129, 131, 134.
Magalhaens 76, 86.
Maginus 122.
Marco Polo 73.
Medina (Pedro de) 93.
Melanchthon 23.
Melloni 136.
Mercator 89.

Nasmyth 108, 110, 114, 128, 130, 133, 136, 138.
Nautonnier 96.
Neison 108, 109, 110, 111, 113, 130, 132.
Newton 56, 66, 67, 72.
Nonius 89.

Orlando di Lasso 9.

Peschel 26, 66, 74, 84, 90, 91.
Phädrus 11.
Philolaus 110.
Piazzi Smith 136.
Plato 8, 11, 14, 71.
Plinius 53.
Plutarch 29, 57, 66, 101, 102, 103, 105, 109, 110, 117, 118, 129, 132, 133, 136.
Poggendorff 49, 53, 54, 56, 67, 92.
Porta 92, 96.
Posidonius 78.
Ptolemäus 73, 82, 90, 95, 96, 122.
Pythagoras 8, 11.

Rayleigh (Lord) 49.
Rehm 53, 79.
Reinhold 133, 134.
Reitlinger 2, 4, 8, 42, 103, 104.
Reuschle 3, 22, 23, 35, 38, 68.
Riccioli 79, 109.
Röslin 38.
Rosenberger 5, 29, 49, 54, 67, 133.
Rosse (Lord) 136.
Rothmann 53, 54.
Rudolf (II. Kaiser) 102.
Ruge 26, 66, 74, 84, 90, 91.

Scaliger 2, 54, 123.
Snellius 79.
Stevin 89.
Strabo 88.
Suess 75.

Thales 132.
Theodorich 55.
Thevet 80, 81.
Torricelli 26.

v. Tschernembl 99.
v. Tschirnhausen 136.

Varenius 74.
Varro (Terentius) 81.
Vartomannus (Ludovicus) 88.
Venetus (Paulus) 88.
Vitellion (Witelo) 52, 56, 101, 133, 134.
Vitruvius 47.

Wachsmuth 105.
Wacker von Wackenfels 35.
Werner 30.
Wilkins (Bischof von Chester) 123.
Wolf 26, 54, 66, 83, 92, 104.

Zaborella 38.
Zeller 10, 11.
Zoeckler 123.

[1]) Der Name Kepler (Joh.) wurde, weil zu häufig vorkommend, in das Verzeichnis nicht mit aufgenommen.

Verlag von **Theodor Ackermann,** K. Hof-Buchhändler in München, Promenadeplatz 10:

Studien, Münchener geographische, herausgegeben von Siegmund Günther.

Erstes Stück:

Hübler, Michael, Zur Klimatographie von Kamerun. IV u. 88 S. Gr. 8°. 1896. M. 1.40.

Zweites Stück:

Geiger, Theodor, Conrad Celtis in seinen Beziehungen zur Geographie. 40 S. Gr. 8°. 1896. M. —.60.

Drittes Stück:

Kittler, Christian, Ueber die geographische Verbreitung und Natur der Erdpyramiden. (VI u.) 56 S. gr. 8°. 1897. Mit eingedruckten Abbildungen. M. 1.—

Viertes Stück:

Weber, Heinrich, Die Entwickelung der physikalischen Geographie der Nordpolarländer bis auf Cooks Zeiten. (IV u.) 250 S. gr. 8°. 1898. M. 4.—

Fünftes Stück:

Hederich, Reinhard, Goethe und die physikalische Geographie. (IV u.) 66. S. gr. 8°. 1898. M. 1.20.

Günther, Siegmund, Grundlehren der mathematischen Geographie und elementaren Astronomie für den Unterricht bearbeitet. Vierte durchgesehene Auflage. Mit 47 eingedruckten Figuren und 2 Sternkarten. X u. 142 S. gr. 8°. 1896. M. 2.—.

Die erste Auflage erschien 1878, die zweite 1886, die dritte 1893.

— Erdkunde und Mathematik in ihren gegenseitigen Beziehungen. [IV u.] 30 S. gr. 8°. 1887. M. 1.—.

— Die Meteorologie ihrem neuesten Standpunkte gemäss und mit besonderer Berücksichtigung geographischer Fragen dargestellt. Mit 71 Abbildungen. VIII u. 304 S. gr. 8°. 1889. M. 5.40.

Bebber, Jacob van, Die Regenverhältnisse Deutschlands. Mit 9 lith. Tafeln. 121 S. hoch 4°. 1877. M. 4.80.

Cold, Conrad, Küsten-Veränderungen im Archipel. Zweite Auflage. Mit drei Karten. 69 S. gr. 8°. 1886. M. 2.40.

Naumann, Edmund, Fujisan. Mit 2 Tafeln. 32 S. gr. 8°. 1888. M. 1.—

Singer, Karl, Wolkentafeln. Les formes des nuages. Cloud forms. 12 Bilder in Kupferlichtdruck in Verbindung mit mehreren Fachmännern herausgegeben VIII S. mit 3 Tafeln Imp. 4. 1892. M. 2.40.